Dawniej „Przegląd Sportowo - Lekarski"

PRZEGLĄD FIZJOLOGJI RUCHU

KWARTALNIK POŚWIĘCONY NAUKOWYM ZAGADNIENIOM WYCHOWANIA FIZYCZNEGO SPORTU I PRACY

REDAKTORZY:
DOC. DR. G. SZULC i DR. W. MISSIURO, MJR.-LEK.

ROK V WARSZAWA, LIPIEC - PAŹDZIERNIK 1933 Nr. 3

ś. † p.

Prof. Dr. GUSTAW EMBDEN

W końcu lipca r. b. umarł nagle, w wieku 59 lat i u szczytu powodzenia naukowego, ś. p. *Gustaw Embden,* profesor fizjologji chemicznej w Uniwersytecie Frankfurckim. Fizjologja chemiczna, a szczególnie fizjologja chemiczna narządu ruchu, traci w Nim jednego z najwybitniejszych pracowników.

Embden pochodził z Hamburga; jako młody lekarz został asystentem *Ewalda* w Strasburgu, ale podczas tej asystentury pracował wiele w instytucie *Hofmeistera,* który na jego kierunek pracy wywarł silny wpływ. Wczesne prace Embdena zajmowały się chemizmem przemiany pośredniej; wypracowana i udoskonalona przez niego metoda przetaczania krwi przez wątrobę psa wyciętą i badania zmian, jakie dokonują się w dodanych do krwi przetaczanej prostych związkach, okazała się szczególnie płodną w pracach Embdena nad pochodzeniem ciał acetonowych z kwasów tłuszczowych parzystych. Wykazano w tych pracach powstawanie acetonu, kwasu acetooctowego i oksymasłowego z kwasów tłuszczowych o parzystej liczbie atomów węgla, nie powstawanie ich natomiast z kwasów nieparzystych, a zatem pochodzenie ciał acetonowych z kwasów tłuszczowych naturalnych; wnioski, podane przez doświadczenia *Knoopa* nad nie występującemi w organizmach kwasami fenilotłuszczowemi, potwierdzono na materjale fizjologicznym.

W roku 1905 Embden przeniósł się do Frankfurtu, gdzie objął kierownictwo pracowni chemicznej przy klinice wewnętrz-

nej, prowadzonej wtedy przez *Noordena.* Z tej pracowni rozwinął się wspaniały instytut fizjologji chemicznej nowego uniwersytetu, w którego organizowaniu Embden brał bardzo czynny udział, a którego rektorem był później. Z zasług Embdena w czasie pracy w Frankfurcie należy wymienić przedewszystkiem stwierdzenie, że cukier gronowy powstaje z kwasu mlekowego, podanego zwierzęciu choremu na sztuczną cukrzycę: pierwsze stwierdzenie odwrócenia glikolizy fizjologicznej, odkrycie, które miało później doniosłe konsekwencje. Około roku 1912 rozpoczęły się w pracowni Embdena prace nad udziałem kwasu fosforowego w chemizmie glikolizy mięśniowej, prace, które go zajmowały do końca życia: i dziwnym zbiegiem okoliczności sprawę tę, o dziejach niezmiernie powikłanych, po niezliczonych błędach i załamaniach wyjaśnił sam Embden w 20 lat później, bezpośrednio przed śmiercią. Odkrycie, że kwas fosforoglicerynowy i kwas glicerynofosforowy są przetworem pośrednim przemiany cukrowej w mięśniu, dokonane w r. 1933 przez Embdena i jego uczniów i ogłoszone na wiosnę tego roku, stało się przełomowem dla zrozumienia chemizmu glikolizy zwierzęcej i fermentacji drożdżowej.

Dzieje tych prac były, rzeczywiście, nad wyraz dramatyczne: często zdawało się, że całe dziesiątki prac wieloletnich są zupełnie mylne, bądź to ze względów doświadczalnych, metodycznych, bądź też błędnie interpretowane; później znowu okazywała się trafność niektórych z nich. Twierdzenie Embdena, że duża część kwasu mlekowego powstaje po skurczu mięśniowym, i że utworzenie kwasu mlekowego nie może być pierwotnym procesem chemizmu mięśniowego, związanym bezpośrednio ze skurczem, okazało się ostatecznie prawdziwe: stanowcza opozycja przeciw temu twierdzeniu, utrzymywana, na bardzo rzetelnej podstawie, przez *Hill'a* i przez *Meyerhofa,* musiała ustąpić, po odkryciu przez *Lundsgaarda* skurczów mięśniowych bez glikolizy kwasomlekowej, i stwierdzeniu, że doświadczenia Embdena i *Lehnhartza,* w których kwas mlekowy powstawał po skurczu, były trafne (1931). Produktem niejako ubocznym prac Embdena nad związkami fosforowemi w mięśniu było odkrycie w tkance mięsnej estrów cukrowojednofosforowych (ester Embdena), i powstawania w mięsnej miazdze, w obecności fluorków, estru ketozodwucukrowego *(Hardena* i *Young'a).* Następnie odkrycie k w a s u a d e n i l o w e g o w mięsie, rozpoznanie tego ciała

jako odrębnego od kwasu adenilowego, wyodrębnionego z kwasu nukleinowego drożdżowego, i rozpoznanie kwasu adenilowego jako ciała macierzystego kwasu inozynowego i amonjaku, powstającego w mięśniu, którego powstawanie w czynności mięśniowej Embden odkrył równocześnie z odkryciem tego zjawiska w pracowni lwowskiej. Prawa i zależności tej amoniogenezy mięśniowej były, po roku 1927, przedmiotem długiej i zaciętej kontrowersy między pracownią frankfurcką a lwowską. Odkrycie kwasu adenilowego mięśniowego — adenozyno - 5 - fosforowego — miało, jak wiadomo, doniosłe skutki: rozpoznanie roli tego ciała, jako czynnika naczyniowego — rozszerzającego — (*Szent Gyoergi* i *Drury*, oraz bardzo wielu innych, którzy rolę tego ciała potem badali), i jako części składowej kwasu adenozynotrójfosforowego, kofermentu glikolizy, a zapewne i fermentacji, bierze swój początek z odkrycia go przez Embdena.

Embden był badaczem w pełnem tego słowa znaczeniu, jak je określał *Smoluchowski*, romantycznym: śmiała myśl, czy to poprzedzająca spostrzeżenia, czy też nawiązująca do spostrzeżenia, kształtowała odrazu pewien obraz procesów, zwykle dość daleko w szczegółowem ujęciu określony, i poza podstawę faktyczną już daleko wybiegający. Trafność idei powziętej próbowano sprawdzać, w bliższych i dalszych wnioskach, przez ogrom doświadczeń, niezawsze ściśle i krytycznie wykonanych i tłumaczonych, ale zawsze płodnych w dalsze wnioski i badania. Wiele z tego ogromu doświadczeń i wniosków zmiótł bez śladu dalszy rozwój badań: ale wiele stało się przełomowemi faktami i twierdzeniami w fizjologji chemicznej czynności mięśniowej. I niewątpliwie zarówno ci, którzy się z Nim zgadzali, jak i ci, którzy z Nim walczyli, widzą w Embdenie dziś, kiedy od nas odszedł, badacza wielkiej miary, którego wielki temperament naukowy, żywa i śmiała inicjatywa, rzetelna, gorliwa praca, ożywiały fizjologję współczesną; i zarówno przez to, co odkrywały, jak i podnietę, którą dawały do dalszej pracy i nawet opozycji, przyczyniły się walnie do rozwoju fizjologji chemicznej.

J. K. Parnas.

(Laboratoire de Physiologie de l'Institut Nencki, Varsovie).

K. Białaszewicz

RECHERCHES SUR LES ÉCHANGES GAZEUX CHEZ L'HOMME PENDANT LE TRAVAIL. I. MÉTHODE ET TECHNIQUE EXPÉRIMENTALE.

Badania nad wymianą gazową u człowieka w czasie pracy. I. Metodyka i technika doświadczeń.

Reçu le 27.VII.1933.

I. Introduction.

Il s'agissait surtout dans cette série des recherches d'adapter l'appareillage ergométrique et respiratoire à l'étude de certains problèmes spéciaux de la physiologie du travail. L'appareillage utilisé habituellement est parfaitement suffisant pour l'étude des échanges gazeux chez l'homme pendant le travail continu et pendant le repos. Nous avons tenu cependant à étudier également les échanges gazeux et le travail dans les périodes de passage du travail au repos et du repos au travail et aussi dans les moments de changement d'intensité du travail.

Nous avons choisi le genre du travail qui ne nécéssite pas un entraînement spécial, et permet de mesurer facilement la quantité du travail fourni et de maintenir son rythme constant,

à savoir la montée d'une échelle roulante. Pour rendre possibles les expériences de longue durée nous avons adopté pour l'appareillage respiratoire le principe du circuit ouvert. Comme il s'agissait dans ces expériences de recueillir un grand nombre de données dans les petits intervalles de temps, nous avons eu recours à l'enregistrement graphique automatique de la plupart de ces données.

L'emploi de l'ergomètre constitué par une échelle sans fin mue par un moteur électrique a permi d'une part de maintenir la constance parfaite de l'intensité du travail et de l'autre a laissé la possibilité de faire varier cette intensité dans d'assez larges limites.

En ce qui concerne le choix de l'appareillage respiratoire nous nous sommes attachés sortout à obtenir avec précision le volume de l'air expiré et la vitesse de son écoulement. Nous nous sommes servi dans ce but d'une série d'appareils et des dispositifs destinés à séparer l'air expiré de l'air inspiré, à rendre étanches les voies efférentes, à diminuer le plus possible la résistance opposée au courant d'air, au contrôle thermo-barométrique précis et finalement à l'inscription exacte de l'écoulement de l'air expiré.

La prise d'échantilons d'air expiré garantissait sa composition moyenne réelle et l'analyse des gaz était faite par méthodes suffisamment précises.

Tout ceci était effectué grâce à une série de dispositifs supplémentaires, dont nous donnons ci-dessous la description détaillée et le mode de fonctionnement. Les plus importants parmi eux sont: l'ergomètre — échelle sans fin, le masque et les soupapes, la boîte à ventilation, l'enregistrement graphique de la ventilation et l'appareil pour analyse de l'air expiré.

II. L'ergomètre.

L'ergomètre (fig. 1 et 10) que nous avons utilisé au cours de ces expériences était constitué par une échelle sans fin, qui pouvait se déplacer dans les deux sens à une vitesse réglable. On pouvait exécuter le travail soit en montant les marches lorsque l'échelle baissait, soit en descendant lorsqu'elle montait.

L'échelle de six mètres de pourtour se composait (fig. 1) de deux fortes chaînes (D), reliées l'une à l'autre à des inter-

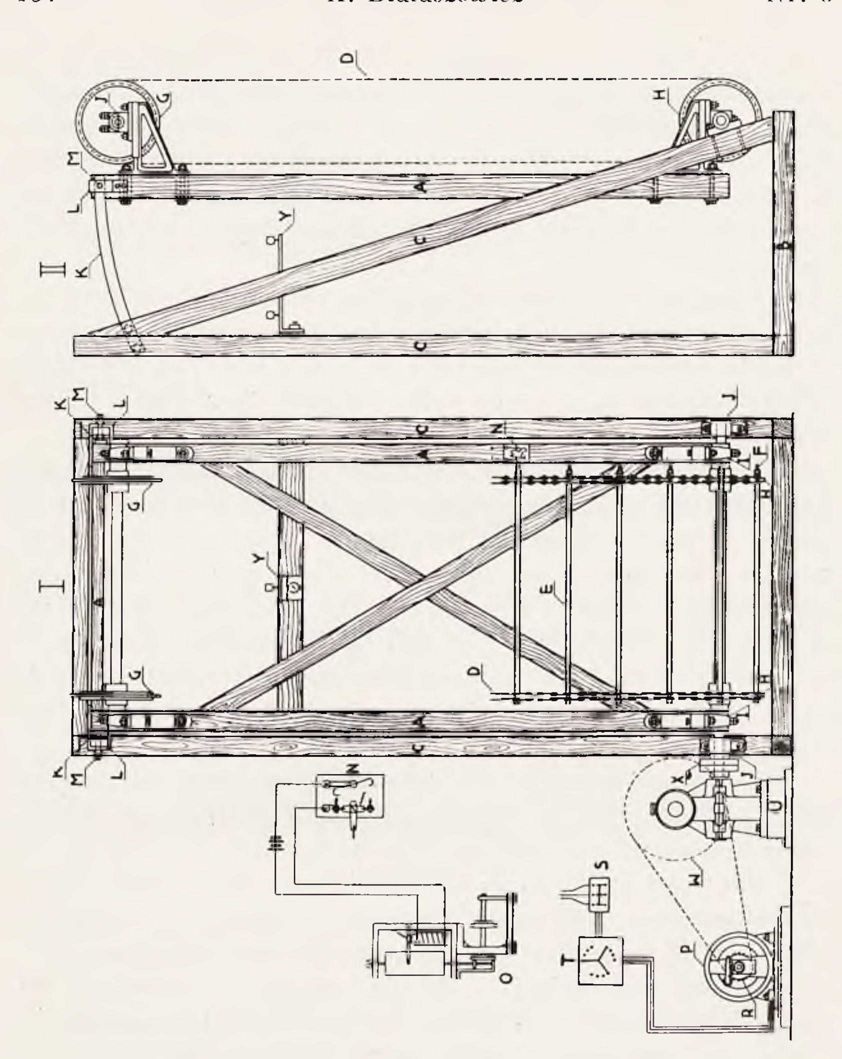


Fig. 1. Ergomètre vu de face (I) et de profil (II). Le bâti de l'ergomètre se composant du support (B), placé sur le plancher, de deux montants latéraux (C) et du cadre (A) portant l'échelle. Les chaînes (D), les marches (E), les cames (F) aux extrêmités des marches de l'échelle; la paire supérieure (G) et inférieure (H) des roues dentées, leurs arbres tournant dans les paliers (I) suspendus au cadre du bâti sur quatres chaises consoles. Les paliers (J) fixés aux montants du support, traversés par les extrêmités de l'arbre portant la paire inférieure des roues dentées. L'arc (K), l'écrou (L) et la vis (M) qui servent à fixer la partie supérieure du cadre. Le dispositif servant à enregistrer le mouvement de l'échelle: une clé (N), pouvant fonctionner dans les deux sens et fermant le courant dans le circuit du signal (O) et les cames (F) aux extrêmités des marches. Le moteur électrique triphasé (P), la clé (S) pour le courant de ville arrivant au moteur, la boîte des résistances (T) et poulie motrice (R). Le système d'engrenages hélicoidaux (U) et la poulie de transmission (W).

La jonction (X) de l'arbre de renvoi de l'engrenage et de l'arbre de reception portant la paire inférieure des roues dentées. Le viseur (Y) à deux ampoules.

Rys. 1. Ergomierz, widziany zprzodu (I) *i zboku* (II). *Statyw drewniany ergomierza, składający się z ramy* (A), *do której jest przymocowana drabina, z podstawy* (B), *opierającej się o podłogę, i — dwu ramion bocznych* (C). *Łańcuchy* (D) *i szczeble* (E) *drabiny wraz z nakrętkami bocznemi* (F)*; górna* (G) *i dolna* (H) *para kół zębatych na osiach, obracających się w łożyskach* (I) *krokształtyn, przytwierdzonych śrubami do ramy statywu. Łożyska* (J) *umocowane na ramionach statywu, przez które przechodzą końce osi dolnej pary kół zębatych. Łuk* (K), *mufa* (L) *i śruba* (M), *które służą do umocowania górnego końca ramy. Urządzenie do notowania ruchu drabiny, składające się z klucza dwustronnego* (N), *zamykającego prąd w obwodzie znacznika* (O), *i nakrętek bocznych* (F) *na szczeblach. Motor elektryczny trójfazowy* (P) *wraz z kluczem do prądu doprowadzającego* (S), *opornicą* (T) *i kołem popędowym* (R). *Przekładnia ślimakowa* (U) *i jej koło pasowe* (W). *Połączenie* (X) *osi redukcyjnej przekładni ślimakowej z osią dolnej pary kół zębatych. Wizer dwulampowy* (Y).

valles réguliers (tout les quatres chaînons ou plus) par des solides barres en bois (E), constituant les marches. La longueur des marches était de 0.9 m.

Les chaînes reposaient sur deux paires de roues dentées (G et H), portées par deux arbres horizontaux. Ces arbres tournaient dans les paliers (I) suspendus sur quatres chaîses consoles à un cadre en bois (A). C'était un cadre rectangulaire de dimensions de 2.62 × 1.18 m., renforcé par deux assemblages croisés. Il était fixé aux deux montants d'un support en bois (C). En bas la fixation s'effectuait par intermédiaire de deux paliers (J), traversés par les extrémités de l'arbre portant la paire inférieure des roues dentées. En haut les montants du support étaient munis de deux arcs métalliques (K) percés de trous. Le cadre portant l'échelle était fixé à ces arcs à l'aide des vis (M) et des écrous (L). Ce dispositif permettait d'incliner l'échelle jusqu'à 75⁰ degrés.

L'échelle était actionnée par un moteur électrique triphasé (P). Il imprimait le mouvement de rotation, par intermédiaire d'un système de changement des vitesses à engrenages hélicoïdaux (U), à l'arbre portant la paire inférieure des roues dentées.

Le moteur électrique (P) de puissance de 2 HP faisait 1000 tours par minute. On pouvait, grâce à une boîte de résistance (T) réduire cette vitesse de rotation jusq'à 500 tours par minute. L'engrenage hélicoïdal (U) reduisait la vitesse dans le rapport 1:50. L'arbre de renvoi de ce système portait trois poulies (W)

de transmission, réduisant à leur tour la vitesse dans les rapports 1:1, 1:2, et 1:5.

On réglait habituellement la vitesse du déplacement de l'échelle, en intercalant une résistance variable dans le circuit du courant de ville (T) et en choisissant une poulie convenable sur l'arbre de l'engrenage hélicoïdal. On obtenait ainsi les vitesses pouvant varier de 2 à 20 mètres par minute. Dans les expériences ou l'on tenait à avoir les changements de vitesse importants, brusques et fréquents, on les réalisait en ajoutant ou en supprimant un frottement supplémentaire sur la poulie de transmission. Le poids du sujet en expérience modifiait la vitesse du déplacement de l'échelle. On compensait la modification ainsi obtenue par l'augmentation d'intensité du courant arrivant au moteur.

La vitesse du déplacement de l'échelle était enregistrée automatiquement: une clé (N) pouvant fermer le courant était fixés à un des montants du support; les extrêmités des marches étaient munies des cames saillantes (F). Ces cames actionnaient la clé: chaque fois qu'une marche passait au niveau de la clé, elle fermait le courant d'un circuit d'accumulateur. Un signal de D e s p r e z (O) intercalé dans ce circuit notait la fermeture sur un cylindre enregistreur (comparez la fig. 9, la quatrième ligne). La clé était construite de façon à permettre l'enregistrement du mouvement de l'échelle dans les deux sens (fig. 1, N). On calculait le chemin parcouru d'après la distance entre les marches et le nombre de fermetures enregistrées.

On changeait le sens du mouvement de l'échelle à l'aide d'un inverseur (S) intercalé dans le circuit amenant le courant de ville au moteur.

On calculait le travail executé en montant l'échelle d'après le produit du poids total et de la montée verticale. On comprend dans „le poids total" celui du sujet en expérience et ceux du masque, des tuyaux de caoutchouc, du sac et de la charge supplémentaire portée dans le sac.

L'ascension dans la direction rigoureusement verticale est très fatigante et peu économique, c'est porquoi dans la plupart d'expériences l'échelle était légèrement inclinée ce qui diminuait considérablement l'effort des bras. Dans les expériences effectuées dans ces conditions, on calculait l'ascension réelle d'après le chemin parcouru, enregistré sur le cylindre et l'angle d'incli-

naison de l'échelle. Le sujet se trouvait à la même hauteur au debut et à la fin de l'expérience. On verifiait cette hauteur à l'aide d'un viseur (Y) à deux ampoules, placé devant l'échelle.

L'angle d'inclinaison de l'échelle était choisi de façon à ce que la valeur de l'équivalent métabolique de la marche horizontale se trouvât dans les limites de l'erreur de détermination d'oxygène consommé au cours de la montée verticale. Dans la plupart des expériences l'inclinaison de l'échelle était de 12° degrés par rapport à la verticale.

III. Étude des échanges gazeux.

1. Masque, soupapes et dispositif pour inscription du rythme respiratoire.

Nous avons choisi le masque de la maison Siebe et Gorman, de Londres, (Nr. 31 du catalogue BS), dans lequel nous avons remplacé les soupapes Douglas[2]) par celles de Tissot[1]); les premières présentant à côté des avantages incontestables certains inconveniants, notamment une grande résistance non-réglable et perte assez fréquente d'étanchéité. Ce dernier défaut determine le mélange d'air expiré avec l'air inspiré.

Quant au masque lui-même, son principal avantage par rapport à la pièce buccale de Speck[3]) employée généralement dans les expériences de ce genre, consiste en ce que l'on peut respirer à vonlonté par la bouche ou par le nez. On évite ainsi l'écoulement de la salive et son accumulation dans les voies efférentes. On peut l'adapter au visage avec étanchéité parfaite. De plus, l'espace mort très petit (50 cc), reduit au minimum dans le modèle Nr. 32, constitue un des avantages essentiels de ce masque.

Comme nous l'avions déjà mentionné, les masques étaient munis des soupapes (fig. 2 B_1, B_2 et fig. 3 I, II) du type introduit dans les recherches respiratoires par Chauveau et plus tard par Tissot[1]). Nous y avons cependant modifié certains détails. Ces soupapes sont très légères (le poids de deux n'est que de 140 grammes). Il est facile de contrôler leur fonctionnement

---

[1]) Tissot J. 1904. Nouvelle méthode de mesure et d'interruption du débit et des mouvements respiratoires. Journ. de Physiol. et Pathol. gén. *6* (692).

[2]) Douglas G. C. 1911. Proceed. physiol. soc., Journ, of Physiol. 42 (XVII). [Comparez: Maly Jahresber. 1912, *41* (435)].

[3]) Speck C. 1892. Physiologie des menschlichen Atmens nach eigenen Untersuchungen. Leipzig.



Fig. 2. Cette photo indique la façon dont on fixe le masque: A — le masque de caoutchouc, adapté au visage avec étanchéité parfaite; les soupapes: inspiratoire (B_1) et expiratoire (B_2); C — planchette munie des bornes, fixée à la soupape gauche, — elle fait partie du dispositif servant à enregistrer le rythme respiratoire; D — le tube cappilaire qui sert à prélèvement d'échantillons d'air espiré; E_1 et E_2 — les tuyaux de caoutchouc qui mettent en rapport les soupapes et le sac au dos; F — conducteur qui relie les bornes de la planchette (C) au signal enregistrant le rythme respiratoire; G — bonnet en toile qui sert à la fixation du masque.

Rys. 2. Rysunek, wyjaśniający sposób przytwierdzania maski: A — *maska gumowa, szczelnie przylegająca do twarzy; wentyle: wdechowy* (B_1) *i wydechowy* (B_2)*;* C — *przystawka w lewym wentylu, z zaciskami, do notowania rytmiki oddechowej;* D — *rurka kapilarna do pobierania próbek powietrza wydechowego;* E_1 *i* E_2 — *węże gumowe, łączące wentyle z kranami plecaka;* F — *przewód elektryczny, łączący nasadkę wentyla ze znacznikiem, zapisującym rytm oddechowy;* G — *czepek brezentowy do przytwierdzania maski.*

grâce à un manchon de verre (fig. 3 R) et d'enlever la vapeur d'eau qui s'y condense. La résistance que cette soupape oppose au courant d'air est très petite. Cette qualité est due surtout à la légère valve métallique (fig. 3 F) fermant l'orifice de l'appareil et doublée du côté interne d'une mince rondelle de caoutchouc (G). La valve maintenue sur deux charnières (H et H'), tombe par son propre poids sur le bord oblique de l'orifice, amenant l'air à la soupape.

Ce dispositif permet d'assurer l'occlusion étanche de l'orifice au moment où l'arrivée d'air cesse. Il ne fonctionne bien cependant que lorsque la tête du sujet ne s'écarte pas trop de la position verticale. Dès que l'on incline la tête ou l'on execute les mouvements un peu vifs, la valve retombe avec un cartain retard qui peut occasionner le mélange d'air inspiré et expiré.

Pour adapter nos soupapes aux différents usages et aux conditions expérimentales variées, nous avons introduit certains perfectionnements:

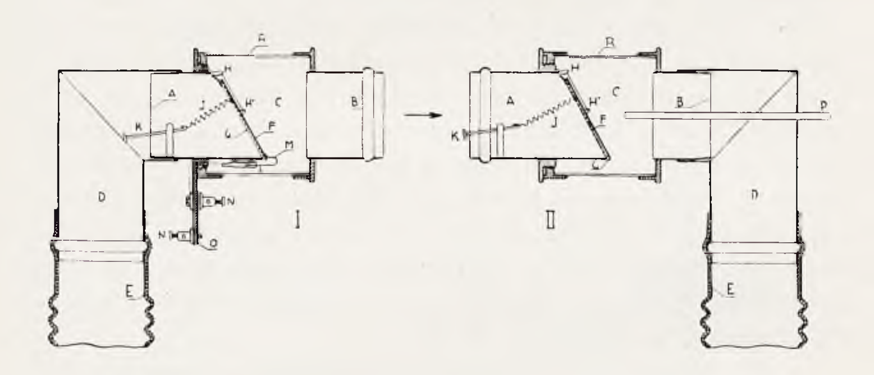


Fig. 3. Les soupapes du masque: inspiratoire (I) et expiratoire (II). Les orifices d'entrée (A) et de sortie (B) d'air. Le manteau de verre de la soupape (C). Les raccords (D) courbées à l'angle droit qui mettent en rapport les soupapes avec les tuyaux de caoutchouc (E), qui conduisent l'air. Les valves métalliques (F), doublées des rondelles de coutchouc (G), mues sur deux charnières (H et H'), fermant les orifices des soupapes. Le ressort (J), attirant la valve et la tige (K) servant à régler sa tension. Le dispositif qui permet d'enregistrer le rythme respiratoire: une coupule (L), remplie de mercure; une tige en cuivre (M), fixée à la valve (F) et faisant contact lorsque cette dernière est fermée; deux bornes (N) sur une planchette (O) fixée à la soupape gauche. Un tube capillaire métallique (P) dans le raccord de la soupape droite, pour la prise d'échantillons d'air expiré.

Rys. 3. Wentyle do maski: wdechowy (I) *i wydechowy* (II). *Wyloty wentyli: doprowadzający* (A) *i odprowadzający* (B) *powietrze. Bęben wentyla z płaszczem szklanym* (C). *Prostokątne nasadki metalowe* (D) *do łą-*

czenia wentyli z wężami gumowemi (E), doprowadzającemi i odprowadzającemi powietrze z maski. Płytki metalowe (F) z podkładką gumową (G), poruszające się na dwu zawiasach (H i H') i zamykające wyloty doprowadzające. Sprężynka (J), przyciskająca płytkę, z pręcikiem (K), regulującym naciąg. Urządzenie do notowania rytmiki oddechowej, składające się z naparstka (L), napełnionego rtęcią, drucika kontaktowego (M), przytwierdzonego do płytki (F) oraz dwu zacisków do prądu (N) na przystawce (O) lewego wentyla. Metalowa rurka kapilarna w nasadce prawego wentyla (P) do pobierania próbek powietrza wydechowego.

1°. Un petit ressort (fig. 3 J), fixé par une de ses extrémités à la surface interne de la valve métallique (F), par l'autre à une tige (K), que l'on peut mouvoir à frottement dur dans un palier du support soudé au fond de l'orifice de la soupape. En choisissant une tension convenable du ressort, on pouvait obtenir une chute rapide de la valvule quelle que soit la position du masque.

2°. La soupape inspiratoire (I) était munie d'un dispositif placé dans sa partie inférieure et servant à enregistrer le rythme respiratoire. Ce dispositif était composé d'une petite coupule en fer (L), de 2 mm environ de diamètre intérieur, remplie de mercure et d'une tige en cuivre (M), soudée au bord de la valve de sorte qu'elle plongeait dans le mercure au moment ou la valve fermait l'orifice. La coupule à mercure était en rapport avec une des bornes électriques (N), fixées sur la planchette isolante (O) placée à l'extérieur de la soupape. La tige en cuivre était en rapport avec l'autre borne (N). En reliant un accumulateur et un signal aux bornes (N), on pouvait ainsi enregistrer sur le cylindre chaque période d'inspiration et chaque période d'expiration. (Comparez les fig. 2 C et 9 c).

3°. Le raccord (fig. 3 D) de la soupape expiratoire était muni d'un tube capillaire (P), soudé dans sa paroi. Il servait à la prise d'échantillons d'air expiré dans les recherches sur la pression des gaz dans l'air alvéolaire. (Comparez aussi la fig. 2 D).

Après avoir ajusté les soupapes au masque, on adapte à leurs orifices deux raccords (D), courbés à l'angle droit et mettant en rapport les soupapes avec les tuyaux en caoutchouc souple. L'un de ces tuyaux amène l'air frais, l'autre conduit l'air expiré au gazomètre (fig. 2 E_1, E_2). Le sujet en expérience porte une planche en bois comme sac au dos (fig. 10 D). Cette planche est munie de deux robinets en aluminium à trois voies. Les tuyaux

venant des soupapes sont reliés aux orifices supérieurs de ces robinets, leurs orifices inférieurs sont en rapport avec des longs tuyaux de caoutchouc de 25 mm de diamètre. L'un d'eux communique avec le tuyaux amenant l'air frais de l'extérieur (fig. 10 E), l'autre, aboutit à la boîte à ventilateur et par son intermédiaire au gazomètre (fig. 10 F).

L'arrangement du masque et des conduites d'air que nous venons de décrine assure d'une part une separation rigoureuse d'air inspiré et d'air expiré et laisse de l'autre une liberté de mouvements parfaite de l'individu en expérience.

2. *La boîte à ventilateur.*

Cet appareil (fig. 4) est intercalé dans la voie conduisant l'air expiré au gazomètre (v. fig. 10 C). Son rôle est double: 1° — il diminue l'inertie du gazomètre et la résistance des voies expiratoires; 2° — il homogenéise la composition d'air provenant des expirations successives.

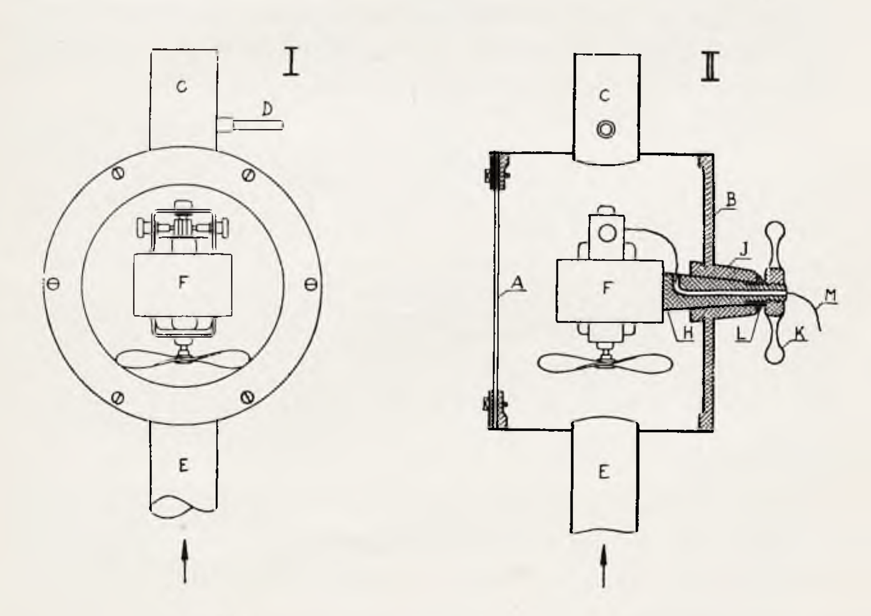


Fig. 4. La boîte à ventilateur vue de face (I) et de profil (II). La paroi antérieure (A) en verre et postérieure (B) en métal. Les tubulures de la boîte: supérieure (C) conduisant au compteur et munie du tube capillaire (D) par lequel on prélève les échantillons d'air expiré; l'inférieure (E), reliée par intermédiaire d'un tuyau de caoutchouc à la soupape expiratoire du masque. Le ventilateur électrique (F) fixé au bouchon métallique (H), ajusté à l'émeri et tournant dans le palier (J) de la paroi po-

stérieure de la boîte. La manivelle (K) qui sert à donner une direction convenable au moteur. Le ressort (L) qui augmente l'étanchéité du bouchon (H). Le conducteur (M) qui amène le courant au moteur.

Rys. 4. Skrzynka wentylatorowa, widziana zprzodu (I) i zboku (II). Przednia szklana (A) i tylna metalowa (B) ściana skrzynki. Wyloty skrzynki: górny (C), prowadzący do gazomierza, z rurką kapilarną (D), służącą do pobierania próbek powietrza wydechowego, i — dolny (E), połączony zapomocą węża gumowego z wentylem wydechowym maski. Wentylator elektryczny (F), przymocowany do szczelnie dodartego korka metalowego (H), obracającego się w łożysku (J) tylnej ściany skrzynki. Rączka (K) do zmiany kierunku ustawienia motoru. Sprężyna (L), uszczelniająca korek (H). Przewodnik (M), doprowadzający prąd do wentylatora.

L'appareil (Fig. 4) est composé essentiellement de deux parties: d'une boîte étanche et d'un ventilateur électrique logé a son intérieur. La boîte a la capacité d'un litre environ. Elle a la forme d'un cylindre bas (II), à l'axe horizontal. Deux tubulures (C et E) sont soudées l'une en face de l'autre en haut et en bas dans les parois de la boîte. La tubulure supérieure (C) est en rapport avec l'orifice d'entrée du gazomètre. Elle est munie d'un embrauchement capillaire (D) pour la prise d'échantillons d'air expiré. La tubulure inférieure (E) est reliée au tuyau de caoutchouc venant de la soupape expiratoire du masque.

Une des parois latérales constituant les bases du cylindre est en verre (A), l'autre est métalique (B). Le moteur électrique du ventilateur (F) est logé au fond de la boîte. Il est fixé à la paroi postérieure de façon à pouvoir tourner autour de son axe transversal. Il peut être par conséquent orienté dans un angle quelconque par rapport à la ligne des tubulures. On peut le déplacer ainsi grâce au dispositif suivant. Le support du moteur est muni d'un bouchon métallique (H) à ressort (L), ajusté à l'émeri au palier (J) de la paroi postérieure de la boîte. On fait tourner le bouchon à l'aide d'une manivelle (K) placée à l'extérieur de la boîte.

Si l'on comprend aisément le rôle du ventilateur dans le brassage d'air, il faut ajouter quelques mots pour expliquer la diminution de résistance dans les voies expiratoires, produite par cet appareil.

En dirigeant convenablement les ailes du ventilateur par rapport à la direction du mouvement de l'air, on crée une pression positive sur le gazomètre. La suppression presque complète de résistance dans les voies efférentes est obtenue lorsqu'on

dispose l'axe logitudinal du moteur par rapport à la ligne des tubulures à un angle un peu supérieur à celui pour lequel le ventilateur commence à agir sur le gazomètre comme une pompe foulante. En orientant le ventilateur il faut en même temps régler avec soin la tension du ressort qui se trouve dans la soupape droite du masque. (Comparez les fig. 2 B_2 et 3 II).

Une pression excessive dans le masque fait augmenter le travail de ventilation et constitue un facteur nouveau, difficile à apprécier quantitativement, qui modifie les résultats des expériences respiratoires. La boîte à ventilateur réduit la pression des voies efférentes; elle constitue ainsi un perfectionnement de l'appareillage.

3. Inscription automatique du volume d'air expiré.

Le fonctionnement de l'appareil que nous avons appelé „l'enregistreur de ventilation" (fig. 5) repose sur le principe suivant. On enregistre sur une bande de papier enfumé le nombre de fermetures du courant produites par la rotation d'un disque à contacts. Ce disque se tourne de façon synchrone à l'axe du gazomètre. C'est un gazomètre du type Elster, mis en mouvement par les ondes rythmées d'air expiré qui servait du moteur actionnant l'enregistreur. (Comp. la fig. 12).

Ce type du gazomètre dont s'étaient servi Zuntz et Geppert[1]) présente deux qualités particulièrement importantes pour nos recherches.

1°. Une installation thermobarométrique (fig. 10 G) qui permet de faire des corrections pour la temperature et la pression pendant la durée même de l'expérience.

2°. Grande précision des indications du gazomètre pour une large gamme des vitesses de l'air.

On peut se rendre compte de la précision de ces indications d'après les calibrages effectuée par méthode de Krogh[2]) et résumés dans le tableau ci - dessous. Les vitesses d'air variaient de 4 à 40 litres par minute.

---

[1]) Zuntz N. u. Geppert. Comp. Geppert J. 1887. Die Einwirkung des Alkohols auf den Gaswechsei des Menschen. Arch. f. exper. Path., 22 (367); Magnus-Levy A. 1893. Über die Grösse des respiratorischen Gaswechsels unter den Einfluss der Nahrungsaufnahme. Arch. f. d. ges. Physiol. *6* (273).

[2]) Krogh A. 1920. The calibration, accuracy and use of gas meter. Bioch Journ. *14* (287).

Après le calibrage du gazomètre, nous avons supprimé le système d'engrenages qui transmettait le mouvement de l'arbre sur le cadran indicateur. Nous l'avons fait pour éviter tout frottement superflu (v. la fig. 10 B et 12).

TABLEAU I.

Vitesse de passage d'oxygène par le gazomètre Elster. l/min	Nombre de détermi-nations	Volume reduit d'oxygène		Correction
		Calculé d'après la masse du gaz sorti de la bombe l	Lu sur le cadran du gazomètre l	%
2	1	18.12	17.55	+ 3.2
5	4	105.96	105.19	+ 0.8
10	4	261.66	259.96	+ 0.6
20	4	281.04	281.69	— 0.2
40	6	424.10	424.45	— 0.1
60	2	126.11	125.57	+ 0.4

Le disque à contacts (J) ferme le courant dans un circuit de signal (fig. 5). Il représente la partie essentielle de notre enregistreur. La roue motrice du gazomètre l'actionne par intermédiaire d'engrenage (E, F) et d'une courroi de transmission en caoutchouc (U). Les arbres de deux roues dentées (E et F) tournent dans les paliers à billes pour réduire le frottement le plus possible. Ils sont fixés sur un support commun, que l'on maintient à l'aide d'une vis (D) à la distance voulue de la roue motrice du gazomètre. On règle ainsi la tension de la courroie de caoutchouc.

Le disque à contacts (J) est constitué de façon suivante. C'est un rond en ébonite de 110 mm de diamètre et de 12 mm d'épaisseur. On a enfoncé pas trop loin de son bord 60 goupilles de laiton, équidistantes (M). On a ménagé ensuite une gorge circulaire sur la jante du disque. La gorge était assez profonde pour que les goupilles de laiton soient en partie tournées avec l'ébonite. Le fond de la gorge (K) s'est trouvé ainsi constitué par les segments alternativement conducteurs (en laiton) et isolants (en ébonite). Les bouts des goupilles qui font saillie au-dessus de la surface du disque, ont des incisions qui permettent de les unir par fil de cuivre les unes aux autres et aux goupilles du rond médian (N). Ce rond n'est pas isolé de la masse du support et est ainsi en relation avec une des bornes (S'), fixés sur le bras horizontal du support.

Les extrémités de deux leviers (O et T), libres autour de leurs axes et fixés l'un (O) sur le bras vertical et l'autre (T) sur le bras horizontal du support, glissent dans le fond de la gorge.

Le levier (T) fait en même temps l'encliquetage qui empêche le disque de tourner dans le sens autre que celui qui corres-

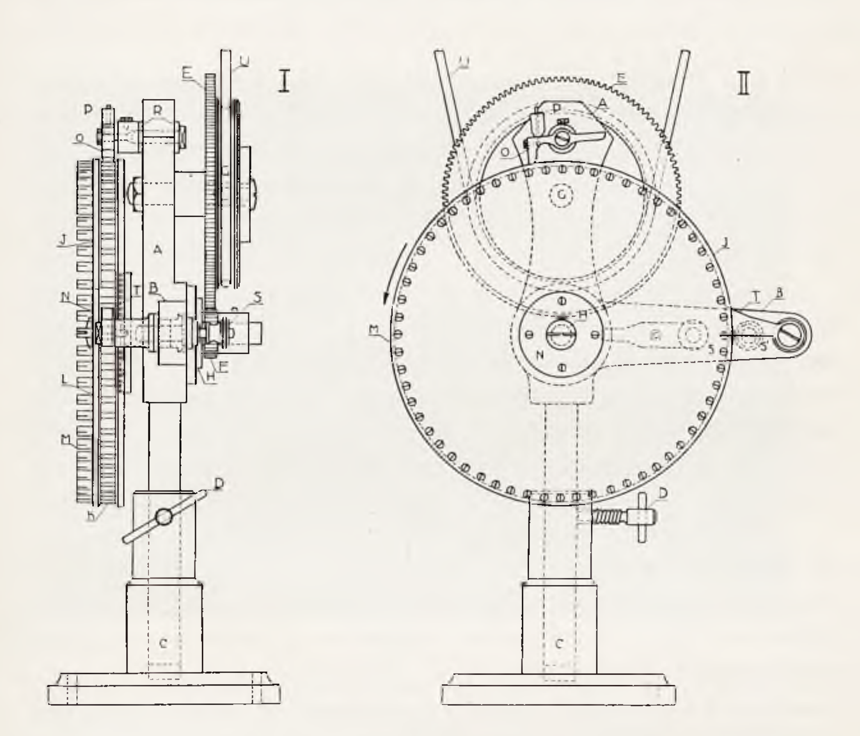


Fig. 5. L'enregistreur de ventilation vu de profil (I) et de face (II). Le support de l'enregistreur, son bras supérieur (A), latéral (B) et la base (C), munie d'une vis (D). Les roues dentées (E et F) de l'engrenage qui tournent dans les paliers à billes (G et H) du support. Le disque en ébonite (J), la gorge (K) menagée sur sa jante et munie de 60 contacts (L). Autant de goupilles (M), présentant des incisions qui permettent de les connecter. Le rond médian (N) du disque à contacts. Le marteau (O) faisant contact, chargé du poids (P) et fixé sur une pièce isolante au bras supérieur du support. Deux bornes dont une (S) est reliée au rond médian du disque et l'autre (S′) au marteau. L'encliquetage (T) fixé sur le bras latéral empèche les mouvements de recul du disque. La transmission (U) met en rapport la grande roue dentée de l'engrenage (E) avec la roue motrice du gazomètre.

Rys. 5. Rejestrator wentylacji, widziany zboku (I) *i zprzodu* (II). *Statyw rejestratora z ramieniem górnym* (A) *i bocznym* (B) *oraz podstawą* (C), *zaopatrzoną w śrubę* (D). *Koła* (E, F) *przekładni zębatej, na osiach, obracających się w łożyskach kulkowych* (G, H) *statywu. Tarcza kontaktowa* (J) *z ebonitu, z rowkiem obwodowym* (K), *z 60-ma kontaktami* (L) *i takąż liczbą czopów mosiężnych* (M), *z nacięciami do łączenia*

ich drutem; środkowy krążek mosiężny (N) *tarczy kontaktowej. Młotek kontaktowy* (O) *z ciężarkiem* (P), *osadzony na masie izolującej* (R) *na górnem ramieniu statywu. Zaciski, z których jeden* (S) *łączy się ze środkowym krążkiem tarczy, drugi zaś* (S') — *z młotkiem kontaktowym. Piesek* (T), *osadzony na bocznem ramieniu statywu, zapobiegający wstecznym ruchom tarczy kontaktowej. Przekładnia gumowa (U), łącząca duże koło przekładni zębatej rejestratora* (E) *z kołem popędowem gazomierza.*

pond à la direction du mouvement d'air. La tendance à tourner dans le sens inverse est particulièrement nette lorsque la ventilation augmente. Elle provient du mouvement de recul de l'axe du gazomètre et constitue une cause d'erreur importante et difficile à déterminer exactement dans l'enregistrement de la ventilation par méthode de Zuntz et Geppert.

La transmission élastique (U) qui transmet la rotation de l'arbre du gazomètre à l'enregistreur a pour but d'amortir la force des mouvements de recul agissant sur l'encliquetage. On parvient grâce à ce dispositif à supprimer complètement les fermetures du courant autres que celles produites par le disque tournant dans la direction correspondant à celle du mouvement d'air.

Le levier (O) est un petit marteau métallique. La partie du marteau qui glisse dans la gorge est chargée d'un poids (P) pour éviter les vibrations. L'axe du marteau est isolé de la masse du support (R), et relié par un conducteur à l'autre borne (S) du bras horizontal du support.

Les deux bornes (S et S') font partie du circuit d'accumulateur. Un signal de Deprez de grande fréquence propre (100 vibrations par seconde) est intercalé dans ce circuit. Il enregistre sur une bande de papier enfumé les fermetures du courant produites par le disque à contacts (comparez les fig. 6a et 9-a).

Nous avons choisi dans nos expériences le rapport de la roue motrice du gazomètre et des engrenages de façon à ce qu'une révolution complète du disque correspond à 2.1 litres d'air. Dans les cas où toutes les goupilles du disque étaient en rapport avec la plaque médiane, une excursion du signal correspondait à 35 cc d'air expiré. En reliant la plaque médiane à un nombre variable de goupilles équidistantes on obtient différents degrés de précision dans les mesures de ventilation. La divisibilité du nombre des contacts (60) permet d'obtenir ainsi 12 com-

binaisons dans lesquelles une fermeture du courant enregistrée par le signal correspond à 35, 70, 105, 140, 174, 210, 350, 420, 525, 700, 1050 et 2100 cc.

L'appareil que nous venons de décrire a ceci de particulier qu'il permet d'adapter le degré de précision des mesures de ventilation aux conditions de l'expérience respiratoire. Dans les

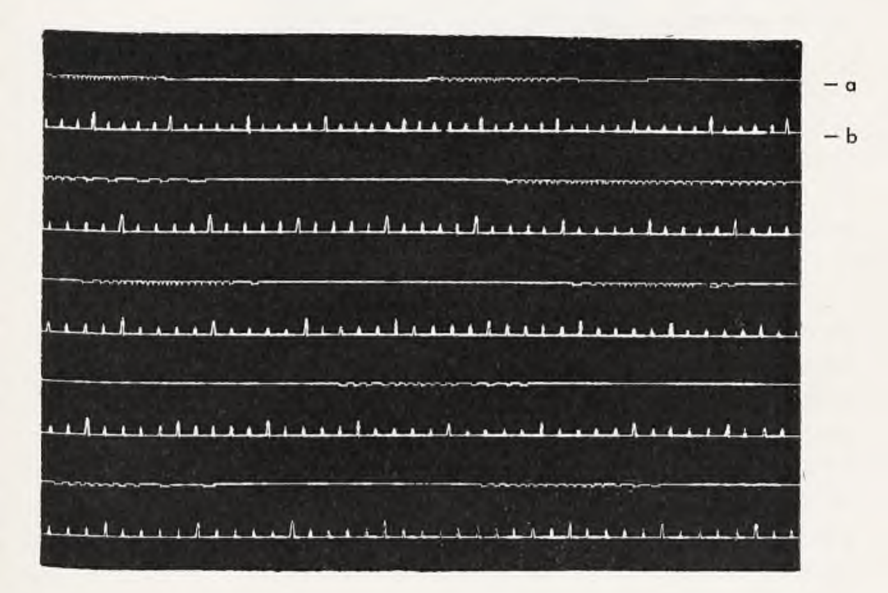


Fig. 6. Un fragment du graphique (enregistrement en spirale) qui indique le mode d'enregistrement du volume de chaque expiration et la succesion des expirations dans le temps: a — la ligne du signal qui note les fermetures du courant produites par le disque à contacts (comp. la fig. 5), — une fermeture correspond à 35 cc d'air expiré; b — la ligne du chronomètre de Jacquet, indiquant les cinquièmes de seconde.

Rys. 6. Wycinek ze spiralnego narysu kimograficznego, wyjaśniający sposób rejestrowania objętości pojedyńczych wydechów i ich następstwa w czasie: a — linja znacznika, zapisującego zamknięcia prądu w tarczy kontaktowej rejestratora wentylacji (por. rys. 5), — jedno zamknięcie odpowiada 35 cm³ powietrza wydechowego; b — narys chronometru Jacquet'a, znaczącego ⅕ sekundy.

expériences où l'on s'occupe surtout du volume total d'air ventilé dans un laps de temps assez prolongé, on peut se contenter d'une précision moindre de l'enregistrement; on l'obtient en diminuant le nombre de goupilles reliées à la plaque médiane. On choisi ce nombre de façon à ce que la précision de la détermination du volume soit dans les limites de l'erreur de l'analyse gazeuse. Dans les expériences ou l'enregistrement de ventilation

pendant les changements brusques de son intensité nous intéresse en premier lieu, nous affinons l'enregistrement, en augmentant le nombre de goupilles reliées à la plaque médiane.

Si l'on relie toutes les goupilles, en accélérant en même temps la rotation du cylindre enregistreur, on a la possibilité d'enregistrer le volume d'une unité biologique de ventilation qu'est une expiration isolée.

La fig. 9 représente l'enregistrement obtenu lorsque les 60 goupilles de l'enregistreur étaient reliées à la plaque médiane. L'autre ligne indique le temps en cinquièmes de seconde enregistrées par un chronomètre de Jacquet. Sur ce graphique les expirations sont indiquées par les fermetures groupées du signal, chaque fermeture correspondant à 35 cc d'air expiré, tandis que l'immobilité du signal indique la période d'inspiration.

En effectuant la lecture du nombre de fermetures correspondant à une expiration, de la durée d'une expiration et de la succession dans le temps des expirations isolées, on peut construire un graphique indicant l'évolution du rythme respiratoire et de la profondeur des expirations. En additionnant ensuite le volume des expirations successives effectuées pendant les segments égaux et arbitraires de temps, on peut construire un graphique indicant la vitesse d'écoulement d'air expiré pendant la période étudiée.

4. Prise d'échantillons d'air expiré pour l'analyse.

On effectuait la prise d'échantillons des gaz provenant des expériences assez prolongées à l'aide de l'installation connue, existant dans les compteurs Elster. Elle sert à l'abaissement automatique du niveau de liquide qui ferme les burettes à prélèvement. La vitesse de l'abaissement est proportionnelle au passage d'air à travers le compteur. Les échantillons d'air sont recueillis sous l'eau acidulée et analysés immédiatement après dans l'audiomètre de Zuntz et Geppert.

Dans les expériences où l'on voulait, au contraire, connaitre les changements que subit l'air expiré à des petits intervalles de temps on se servait pour prélèvement d'échantillons des éprouvettes à deux robinets où l'on réalisait un vide au préalable (v. fig. 8 S). On mettait un certain nombre de ces récipients sur un support commun, on reunissait ensuite leurs orifices supérieurs et leurs orifices inférieurs par deux tubes capillaires,

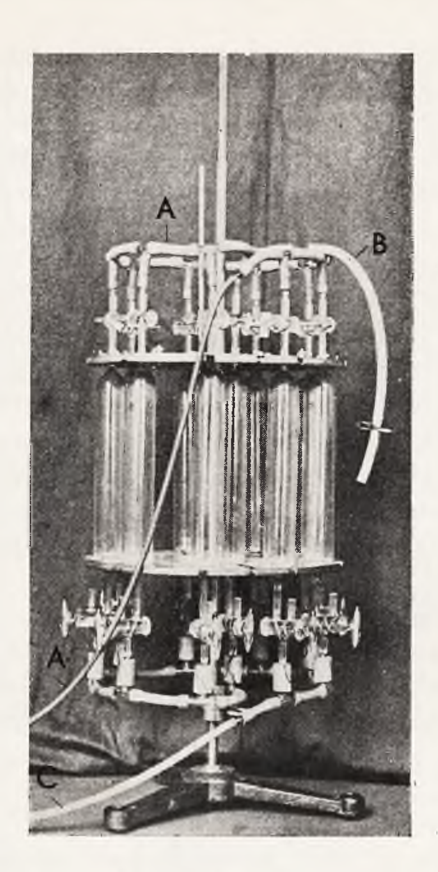


Fig. 7. Tourniquet avec 12 récipients à vide pour la prise d'échantillons d'air expiré: A — tube capillaire de caoutchouc qui relie les orifices supérieures des récipients à la boîte à ventilateur (comp. la fig. 4); B — tube pour aspiration d'air à travers le tube capillaire qui unit les uns aux autres les orifices supérieures des récipients; C — le tube inférieur de caoutchouc à parois épaisses, en rapport avec la pompe à vide.

Rys. 7. Statyw obracalny z 12-ma naczyniami prózniowemi do pobierania próbek powietrza wydechowego: A — kapilarna rurka gumowa, łącząca górne wyloty naczyń próżniowych ze skrzynką wentylatorową (por. rys. 4); B — rurka do przeciągania powietrza przez kapilarę, łączącą górne wyloty naczyń; C — dolna grubościenna rurka gumowa, połączona z pompą próżniową.

ayant chacun un embranchement pour chaque éprouvette (v. la fig. 7). Lors de l'expérience on mettait en rapport le tube capillaire supérieur (A) avec le tube à prélèvement de la boîte à ventilateur (comparez la fig. 4 I D) et le tube capillaire inférieur (C) avec une pompe à l'huile. On fermait les robinets du tube supérieur, on ouvrait ceux du bas et on faisait fonctionner

la pompe. Même lorsque le vide était déjà atteint la pompe continuait à fonctionner pendant toute la durée du prélèvement d'échantillons. Pour effectuer le prélèvement, on opérait de façon suivante. On fermait d'abord dans chaque recipient le robinet du bas, ensuite on ouvrait pour le temps juste nécéssaire pour le remplissage celui du haut. On remplissait ainsi successivement toutes les éprouvettes. On notait sur un cylindre enregistreur les moments (fig. 9 e) correspondant à ce remplissage.

Lorsqu'on prélève l'air provenant des périodes expérimentales relativement prolongées, le problème de son brassage ne se pose pas; il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit des prises brèves faites dans les éprovettes à vide. L'absence de l'homogénéité peut constituer alors une cause d'erreur importante. C'est pourquoi nous avons instalé après des longs tâtonnements notre boîte à ventilateur (fig. 4) qui assure le brassage parfait de l'air expiré.

Pour en acquerir la conviction nous avons effectué les expériences au repos et au travail dans lesquelles nous avons recueilli les échantillons d'air dans les éprouvettes à vide à des petits intervalles de temps et nous les avons analysé.

On faisait l'analyse d'air recueilli dans l'appareil pour l'analyse des gaz dont la description suit.

5. *L'appareil pour l'analyse des gaz respiratoires.*

L'appareil dont nous nous servons depuis fort longtemps au Laboratoire de Physiologie de l'Institut Nencki, est basé sur le principe de compensation thermobarométrique, comme d'ailleurs la plupart d'appareils modernes de ce genre. C'est en somme l'ancien appareil de Tobiesen[1]), considérablement modifié. Notre apareil est beaucoup plus maniable que l'ancien et il présente de plus les modifications et les perfectionnements suivants: 1°, la burette à gaz est en U, ce qui augmente la précision des lectures du volume; 2°, la réduction à moitié du volume total de la burette; 3°, la possibilité de faire varier à volonté le volume d'air dans le récipient thermobarométrique; 4°, les pinces à vis pour les tubes de caoutchouc qui servent à régler la hauteur du mercure dans les la branches de la burette; 5°, l'étan-

---

1) Tobiesen F. 1895. Über den spezifischen Sauerstoffgehalt des Blutes. Skand. Arch. f. Physiol. 6 (273).

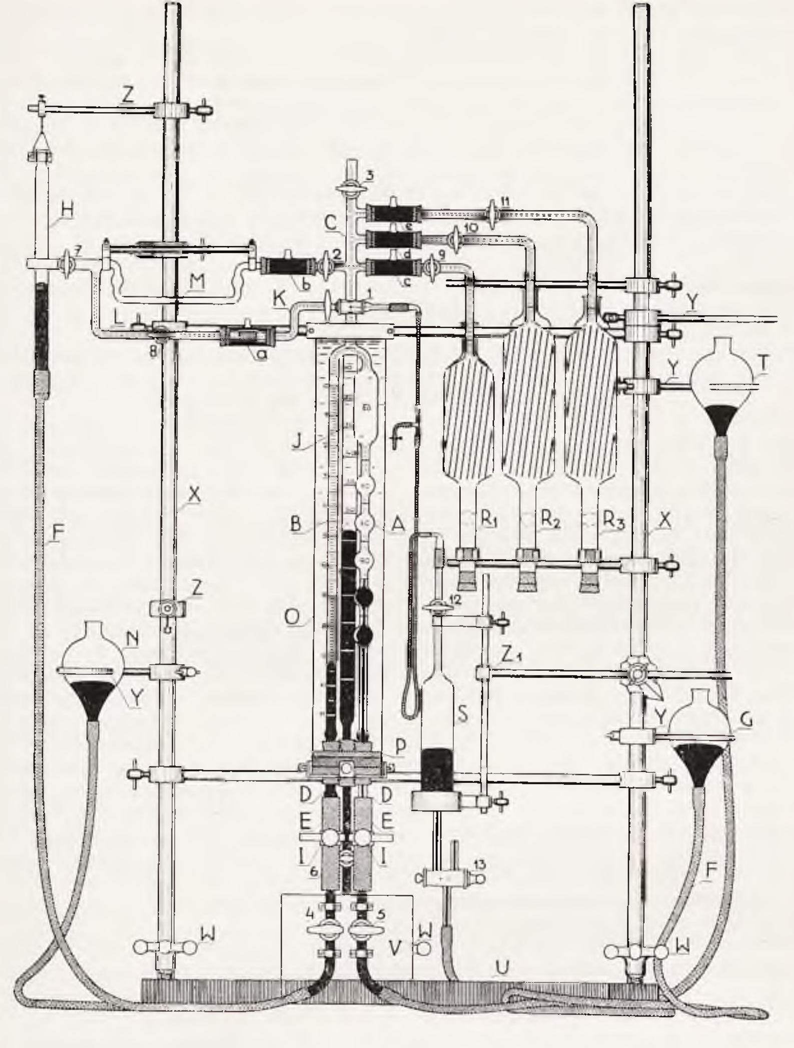


Fig. 8. L'appareil pour l'analyse des gaz respiratoires. La burette en U: la branche droite (A) divisée en dizaines et gauche (B) en dixièmes d'unités de volume. La partie capillaire supérieure (C) de la burette avec les robinets (1 et 3) d'entrée et de sortie des gaz, avec 4 dérivations latérales, dont 3 en rapport avec les burettes à absorption (R_1, R_2, R_3) et la 4-me communicant par le robinet (2) avec le récipient thermobarométrique (J). Les orifices inférieurs (D) communiquent avec les réservoirs mobiles à mercure (G et H) par intermédiaire des tubes élastiques (E), des robinets (4, 5) et des tubes à parois épaisses (F). Les pinces à vis (I) qui permettent de régler le niveau du mercure dans les deux branches de la burette. Le thermobaromètre: tube à gaz (J), gradué en dizaines, sa partie capillaire (K); l'indicateur thermobarométrique (L), son tube horizontal à deux renflements sphériques, le point zéro et la gouttelette de pétrole (M); le tube horizontal est relié par le robinet (2) à la burette

à gaz. Le bras inférieur à deux robinets (7 et 8) est en rapport avec le tube capillaire (K). L'orifice inférieur du tube à gaz (J), muni de robinet (6) est relié par un tube de caoutchouc au réservoir à mercure (N). Le manchon cylindrique (O), rempli d'eau et fermé en bas par le bouchon de caoutchouc (P). Ce bouchon est percé de 3 trous, traversés par les extrémités (D) de la burette et (6) du thermobaromètre. Les burettes à absorption des gaz (R_1, R_2, R_3), munies des robinets (9, 10, 11). Les manchons remplis de mercure qui rendent étanches les raccords de caoutchouc reliant la burette à gaz au thermobaromètre (a, b) et aux burettes à absorption (c, d, e). L'éprouvette (S), contenant l'air à analyser. Ses robinets (12 et 13) sont reliés par les tubes de caoutchouc l'un au robinet de prise (1) de la burette à gaz, l'autre au reservoir à mercure (G). Le support métallique de l'appareil: la base (U) à trois bras, munie des vis (W) pour régler le niveau; le tableau (V) qui porte les pinces à vis (I) et les robinets (4 et 5), deux montants (X) et une série des noix pouvant glisser le long du support et portant des tiges latérales; les supports (Y) et les mélangeurs (Z) pour les récipients horizontaux; support (Z_1) pour l'éprouvette contenant l'échantillon de gaz.

Rys. 8. Przyrząd do analizy gazowej. Biureta gazowa dwuramienna: ramię prawe (A), *podzielone na dziesiątki, i lewe* (B), *podzielone na dziesiąte części jednostek objętościowych; część górna, kapilarna biurety* (C)— *z kranami do pobierania* (1) *i wypuszczania* (3) *gazu i z czterema odgałęzieniami bocznemi, z których trzy łączą się z pipetami absorbcyjnemi* (R_1, R_2, R_3), *czwarte zaś z kranem* (2) — *ze zbiornikiem termobarometrycznym* (J); *dolne wyloty biurety gazowej* (D) *komunikują za pośrednictwem sprężystych rur gumowych* (E), *kranów* (4, 5) *i grubościennych wężów* (F) *z naczyniami poziomowemi* (G, H); *zaciski śrubowe* (I) *do regulowania poziomu rtęci w obu ramionach biurety gazowej. Termobarometr: zbiornik gazu* (J), *podzielony na dziesiątki i jego szyjka kapilarna* (K); *wskaźnik termobarometryczny* (L), *jego rurka pozioma z dwoma rozszerzeniami kulkowemi, kroplą nafty* (M) *i znakiem zerowym, połączona w biuretę gazową kranem* (2), *i ramię dolne z dwoma kranami* (7, 8), *łączące się z szyjką termobarometru* (K); *wylot dolny zbiornika termobarometrycznego z kranem* (6) *komunikuje za pośrednictwem węża gumowego z naczyniem poziomowem* (N). *Szklany płaszcz cylindryczny* (O), *napełniony wodą i zamknięty od dołu korkiem gumowym* (P), *przez który przechodzą dolne wyloty biurety gazowej* (D) *i zbiornika termobarometrycznego* (6). *Pipety do absorbowania gazów* (R_1, R_2, R_3) *z kranami* (9, 10, 11). *Płaszcze rtęciowe, uszczelniające połączenie gumowe między biuretę gazową a termobarometrem* (a, b) *i pipetami absorbcyjnemi* (c, d, e). *Zbiornik* (S) *z próbką gazu do analizy wraz z kranami* (12, 13), *połączony rurkami gumowemi, z jednej strony — z kranem pobierczym biurety gazowej* (1) *i naczyniem poziomowem* (G), *z drugiej. Statyw metalowy przyrządu: żelazna podstawa trójramienna* (U) *ze śrubami* (W) *do nastawiania poziomu; tablica* (V) *do umocowania zacisków śrubowych* (I) *i kranów* (4, 5), *dwa pręty pionowe* (X) *i szereg przesuwalnych poprzeczek z zaciskami do części szklanych przyrządu; uchwyty* (Y) *i wieszadła* (Z) *do naczyń poziomych; uchwyt do zbiornika z próbką gazu* (Z_1).

chéité de tous les points de jonction de la burette obtenue par le mercure.

Tous ces changements ont amené la transformation du support qui maintient la partie en verre de l'appareil, de sorte que l'aspect général de cet appareil est tel qu'on le voit sur la figure 8. La partie essentielle est constituée par une burette en U

(ABCD). Elle est entourée d'un manchon de verre (O), rempli d'eau. Le récipient thermobarométrique (J) et le mélangeur plongent dans le même manchon, fermé en bas par un bouchon de caoutchouc (P). Le volume total du tube mesureur est de 60.5 cc. Il est divisé en 121 parties, correspondant chacune à 0.5 cc. On a ainsi obtenu une diminution considérable du volume et de la longueur de la burette. On pourrait la réduire davantage si l'on voulait adapter l'appareil à l'analyse de très petits volumes de gaz.

Dans la burette à gaz de notre appareil la branche de droite (A) présentait 6 renflements, separés l'un de l'autre par les traits de jauge. Le premier de ces renflements et l'espace compris entre le robinet d'entrée (1) et le trait zéro de la branche gauche (B) correspond à 60 unités de volume, les 5 autres renflements sphériques ont le volume de 10 unités chacun. La branche gauche (B) de la burette était divisée en 110 parties. Son volume était de onze unités, une division correspondait par conséquent à 0.1 d'unité.

Les orifices inférieurs (D) de deux branches de la burette étaient branchés aux deux robinets (4 et 5) par intermédiaire de deux tubes en caoutchouc élastique (E). Les tubes (E) traversaient les pinces à vis (I). Les robinets communiquaient par les tubes de caoutchouc à parois épaisses avec les réservoirs mobiles à mercure (G et H).

La partie (C) de la burette qui fait saillie hors du man--chon est munie du robinet (1), par lequel les échantillons de gaz pénètrent dans le tube mesureur, et d'une série des dérivations capillaires. L'extrémité supérieure du tube, munie du robinet (3) sert à chasser les gaz de la burette après l'analyse. Les trois dérivations latérales de droite sont en rapport avec les burettes à absorption (R_1, R_2, R_3). La dérivation latérale gauche à robinet (2) connecte le tube mesureur au thermobaromètre.

Ce dernier était composé des parties suivantes: 1°. Indicateur thermobarométrique (L), constitué par un tube horizontal à deux renflements sphériques, contenant une gouttelette de pétrole coloré (M) et par un bras inférieur à deux robinets (7 et 8); 2°. Tube à gaz (J) ayant des divisions correspondant à 10 unités chacune et surmonté d'un tube capillaire (K) relié à l'indicateur thermobarométrique. L'orifice inférieur du tube (J) est muni d'un robinet (6); 3°. Réservoir mobile à mercure (N) communi-

cant par un tube de caoutchouc avec l'orifice inférieur du tube (J).

Tous les raccords de la burette à gaz aussi bien ceux qui la mettent en rapport avec le thermobaromètre (a, b) que ceux qui la relient aux burettes à absorption (c, d, e) sont faits de tubes de coutchouc élastique et rendus étanches par les manchons remplis de mercure. L'arrangement de ces raccords est expliqué sur la figure (fig. 8 a). Les parties en verre de l'appareil étaient fixées sur le support métallique. La base du support (U), munie des vis (W) pour réglage du niveau portait un tableau auquel on a fixé les pinces à vis (I) et les robinets inférieurs (4, 5) de la burette à gaz. On pouvait déplacer le long des montants (X) une série des noix portant des tiges latérales. Ces tiges étaient munies de dispositifs spéciaux servant des supports pour le manchon (O), les burettes à absorption (R_1, R_2, R_3), l'indicateur du thermobaromètre (L) et les réservoirs à mercure (Y, Z). Il y avait aussi un support spécial (Z_1) pour les éprouvettes (S) contenant les échantillons des gaz à analyser.

Avant de faire passer le gaz de l'éprouvette à échantillons dans le tube mesureur, on égalise d'abord la différence de pression entre le tube (J) du thermobaromètre et l'air extérieur. On ouvre dans ce but pour un instant les robinets (7) et (8) de l'indicateur. On fait pénétrer ensuite le gaz dans la branche droite de la burette par le robinet (1). La détermination du volume de gaz prélevé pour l'analyse ou ramené dans la burette des récipients à absorption s'effectuait de façon suivante.

On ouvrait d'abord le robinet (5) et on ramenait, en déplaçant l'ampoule à mercure (G), le niveau de mercure dans la branche droite de la burette jusqu'au trait le plus proche entre les sphérules. On fermait ensuite le robinet (5) et on ouvrait le robinet (4), en refoulant l'excès de gaz dans la branche gauche (B) de la burette et en ramenant grossièrement la pression dans la burette à la valeur de la pression extérieure par un maniement convenable de l'ampoule à mercure (H). On fermait alors le robinet (4) et on égalisait la pression de la burette à gaz avec celle du thermobaromètre. On ouvrait dans ce but avec precaution le robinet (2) de la burette à gaz, ensuite le robinet (8) de l'indicateur thermobarométrique (L) et on ramenait la gouttelette de pétrole (M) en manoeuvrant la pince à vis (1), au trait zéro. Après avoir brassé l'eau dans le manchon de verre, on ve-

rifait un fois encore la position de la gouttelette (M) et le niveau de mercure dans la branche droite de la burette. On répétait cette manoeuvre à des brefs intervalles de temps jusqu'à l'égalisation complète des pressions du thermobaromètre et de la burette.

La lecture du niveau définitif du mercure dans la branche gauche de la burette donnait une approximation de 0.02 d'unité de volume. C'est cette erreur absolue de lecture que comportaient nos déterminations d'oxygène et d'anhydride carbonique faites à l'aide de l'appareillage que nous venons de décrire.

IV. La marche des expériences.

L'appareillage que nous venons de décrire permet d'enregistrer simultanément sur un cylindre enregistreur les données suivantes:

1°. Le volume d'air expiré traversant le compteur à gaz — grâce au signal intercalé dans le circuit de l'enregistreur de ventilation (v. fig. 9 a).

2°. Le nombre d'inspirations et d'expirations — grâce à l'interrupteur du courant logé dans la soupape gauche du masque (fig. 9 c).

3°. Le mouvement de l'échelle — grâce à la clé fermée par les cames aux extrémités des marches (fig. 9 d).

4°. Le temps en fractions de minute — grâce à une pendule à balancier fermant le courant (fig. 9 b).

5°. Les moments de prélèvement d'échantillons d'air expiré — grâce à la clé qui se trouve près du support contenant les éprouvettes à échantillons (fig. 9 e).

On verifiait avant l'expérience de fonctionnement des tous les 5 signaux et on choisissait suivant la vitesse désirée du mouvement de l'échelle, la poulie convenable sur l'arbre de l'engrenage et la résistance au rhéostat. On connectait ensuite un nombre variable de goupilles du disque au rond médian de l'enregistreur suivant la précision voulue dans la détermination de la ventilation; on mettait ensuite en mouvement le moteur de la boîte à ventilateur. Le sujet était pesé, on lui mettait le sac au dos et le masque dont on verifiait l'étanchéité et le fonctionnement, on ajustait aux orifices des soupapes les raccords coudés des tuyaux de caoutchouc venant des robinets du sac et la pé-

riode de repos de l'expérience commençait. Le sujet se trouvait alors debout sur l'échelle. Un tuyau lui amenait l'air frais de l'extérieur, un autre conduisant l'air expiré au gazomètre. On fermait alors le courant dans les 5 circuits des signaux, on mettait en mouvement le cylindre enregistreur et on commençait le prélèvement des échantillons d'air.

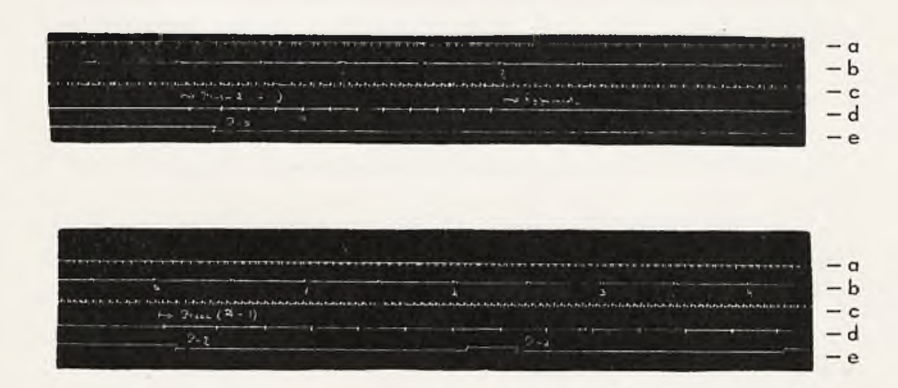


Fig. 9. Les graphiques obtenus au cours des expériences sur les échanges gazeux chez l'homme au repos et au travail. La marche des expériences est décrite dans le texte. La flèche entre la troisième (c) et la quatrième (d) ligne de chaque graphique indique le moment du commencement de travail. Signification des graphiques: la ligne (a) — enregistrement de la ventilation (une fermeture correspond à 0.654 litres d'air expiré); la ligne (b) — le temps et ½ minutes; la ligne (c) — le rythme respiratoire; la ligne (d) — enregistrement du mouvement de l'échelle (un trait du signal correspond à 1.2 m.); la ligne (e) indique les moments des prélèvements d'échantillons d'air expiré.

Rys. 9. Narysy kimograficzne, uzyskane w doświadczeniach nad wymianą gazową u człowieka w czasie spoczynku i pracy. Opis prowadzenia doświadczeń podano w tekście. Strzałka między trzecią (c) *i czwartą* (d) *linją każdego narysu oznacza moment rozpoczęcia pracy. Znaczenie narysów:* (a) — *linja znacznika rejestratora wentylacji (jedno zamknięcie odpowiada 0.654 litrom powietrza wydechowego);* (b) — *linja czasu — w odstępach półminutowych;* (c) — *linja rytmu oddechowego;* (d) — *linja ruchu drabiny (jedno zamknięcie sygnału odpowiada 1.2 m);* (e) — *linja, wskazująca momenty pobierania próbek powietrza wydechowego.*

Cette période de repos durait un quart d'heure. Au bout de ce temps on mettait le courant au moteur actionnant l'échelle et on passait à la période de travail (v. la fig. 9). Il était nécessaire d'accélérer convenablement la vitesse de rotation du cylindre enregistreur. Lorsqu'on arrêtait l'échelle, l'expérience respiratoire continuait un certain temps encore, jusqu'au retour

complet de la ventilation et du rythme respiratoire aux valeurs qu'ils avaient au repos. On faisait constamment aussi bien au repos qu'au travail les prises d'échantillons d'air expiré soit dans les éprouvettes de tourniquet de Zuntz, soit dans les récipients à vide et on notait sur le cylindre les moments qui correspondaient à ces prises. On faisait des lectures fréquentes de l'état du thermobaromètre du compteur Elster pendant toute la durée de l'expérience.

Les graphiques enregistrés et les analyses des échantillons d'air expiré permettent d'analyser les moindres détails de l'expérience toute entière ou de ses parties les plus interessantes. On calculait ainsi le volume d'air inspiré et expiré, la profondeur de chaque inspiration, le nombre d'inspirations, la consommation d'oxygène, le dégagement d'acide carbonique et le quotient respiratoire, l'énergie dégagée, le chemin parcouru (en montée), le travail executé et son rendement.

Pour indiquer la manière de se servir de l'appareillage qui vient d'être décrit et la façon dont on doit effectuer les calculs, nous donnons ici la description détaillée d'une expérience où le sujet executait le travail en montant l'échelle.

Expérience Nr. 51, le 24/VI, 1933. — Le sujet K. D. — Le poids du corps, du masque, du sac au dos et des tuyaux est égal à 64.0 kg.

L'expérience est essentiellement composée de deux parties: 1° — Période de repos. Elle durait 14 minutes. Le sujet se tenait alors debout sur l'échelle. 2° — Période expérimentale proprement dite. Le travail durait deux minutes et le repos consécutif quatres minutes.

Pendant toute la durée de l'expérience l'état moyen du thermobaromètre au compteur Elster était de 107.1 cc. les limites des oscillations étant 106.9 et 107.3 cc. Comme il y avait 6 goupilles connectées dans le circuit du disque de l'enregistreur de ventilation, on obtenait le volume normal d'air expiré correspondant à une fermeture du signal d'après la formule suivante

$$\frac{2.1 \times 100}{6 \times 107.1} = 0.327 \text{ litre.}$$

Pendant la période de repos il y avait en moyenne 19.8 fermetures du signal de ventilation par minute. Ce nombre correspond par conséquent à $19.8 \times 0.327 = 6.46$ litres (corrigés) d'air expiré. On peut calculer la valeur des échanges gazeux au repos d'après les résultats moyens d'analyse d'échantillon d'air expiré prélevé pendant toute cette période. L'analyse était effectuée dans l'eudiomètre de Zuntz et Geppert (3.16% de CO_2, 16.97% d'O_2 et 79.87% de N_2). Les échanges gazeux au repos comportent donc $6.46 \times 41.1 = 265$ cc d'oxygène et $6.46 \times 31.3 = 202$ cc d'anhydride carbonique par minute.

Le travail extérieur effectué par le sujet pendant la seconde période, lorsqu'il montait pendant deux minutes l'échelle inclinée de 78 dégrés à vitesse de 9.6 mètres par minute est obtenu à partir de la formule suivante $9.6 \times 2 \times 0.976 \times 64.0 = 1199$ kgm.

Les données expérimentales et les valeurs calculées concernant les échanges gazeux au repos et pendant le travail sont rassemblées dans le tableau II et la figure 9a.

Les données de ce tableau qui ont rapport à la ventilation indiquent la vitesse d'écoulement d'air expiré (en cc par minute). Elle est calculée d'après les lectures de l'enregistrement graphique effectuées toutes les ½ minutes. Les deux rangées suivantes du tableau indiquent en pourcentage le déficit d'oxygène et les accroissements d'anhydride carbonique constatés dans les échantillons d'air expiré prélevés de la boîte à ventilateur à différents moments à partir du commencement du travail (0.5, 1, 2, 3, 4, et 5 minutes).

TABLEAU II.

1	2	3	4	5	6	7	8
Nr. d'ordre	Temps écoulé depuis le commencement du travail min.	Vitesse de passage d'air expiré à travers le gazomètre en litres corr. par min.	Analyse d'air expiré		Intensité des échanges gazeux		Quotient respiratoire apparent
			Accroissement du CO_2 %	Déficit d'O_2 %	Dégagement de CO_2 cc/min.	Absorption de O_2 cc/min.	
1	0	6.46	3.13	4.11	202	265	0.76
2	0.25	14.37	—	—	501	706	0.71
3	0.5	—	3.78	5.33	692	1008	0.69
4	0.75	21.15	—	—	840	1262	0.67
5	1	—	4.15	6.31	973	1485	0.66
6	1.25	25.72	—	—	1090	1645	0.66
7	1.75	30.05	—	—	1302	1875	0.69
8	2	—	4.31	6.01	1296	1809	0.72
9	2.25	25.06	—	—	1054	1403	0.75
10	2.75	20.25	—	—	798	945	0.84
11	3	—	3.80	4.35	640	731	0.87
12	3.25	14.61	—	—	547	603	0.91
13	3.75	11.75	—	—	432	447	0.97
14	4	—	3.65	3.73	335	339	0.99
15	4.25	6.72	—	—	243	250	0.97
16	4.75	7.18	—	—	260	280	0.93
17	5	—	3.62	4.04	256	271	0.94
18	5.25	7.42	—	—	264	306	0.86
19	5.50	7.18	—	—	233	297	0.78
20	6	(6.46)	(3.13)	(4.11)	202	265	0.76

Pour avoir les courbes continues des échanges de deux gaz respiratoires, on a calculé les valeurs correspondantes d'intensité d'absorption d'oxygène (rangée 7) et du dégagement d'anhydride carbonique (rangée 6) par interpolation graphique des courbes de ventilation (V), du déficit d'oxygène (0%) et des accroissements d'anhydride carbonique (fig. 9a).

La courbe ainsi établie (comp. la courbe 0 de la fig. 9a) représente l'allure des variations d'intensité des échanges respiratoires, mais elle permet de plus d'apprécier les quantités totales des gaz respiratoires absorbés ou dégagés par l'organisme pendant la période expérimentale donnée. Ces quantités peuvent être déterminées au planimètre — en mesurant la surface limitée par les courbes des échanges gazeux.

Ainsi, par exemple, dans l'expérience en question les mesures des surfaces effectuées à l'aide du planimètre de précision (modèle polaire d'Ott,

Kempten), ont donné les quantités des gaz suivantes, correspondant à la période expérimentale totale (6 minutes) comprenant le travail et le repos consécutif:

3723 cc de CO_2 et **4979** cc de O_2.

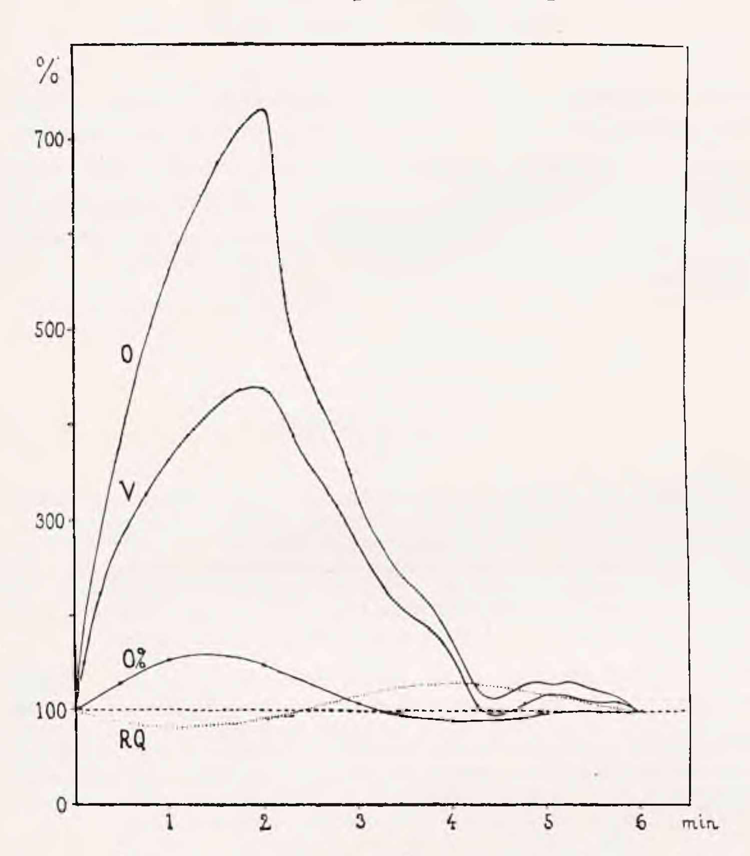


Fig. 9a. Représentation graphique des résultats de l'expérience décrite dans le texte. En abcisses — le temps en minutes à partir du commencement de travail. En ordonnées — les variations des paramètres de l'expérience, exprimées en pourcentages des valeurs au repos. Signification des courbes: V — ventilation, 0% — déficit d'oxygène en pourcentage, O — consommation d'oxygène, RQ — quotient respiratoire apparent.

Rys. 9a. Przedstawienie graficzne wyników omawianego w tekście doświadczenia. Na osi odciętych — czas w minutach od chwili rozpoczęcia pracy. Na osi rzędnych — zmiany parametrów doświadczenia, wyrażone w odsetkach wartości spoczynkowych. Znaczenie krzywych: V — wentylacja, 0% — procentowy deficyt tlenu, O — zużycie tlenu, RQ — rzekomy iloraz oddechowy.

Ces nombres sont en parfait accord avec les données obtenues par méthode de Zuntz. L'analyse d'échantillon moyen d'air expiré pendant toute la durée de l'expérience (6 minutes) a fourni la composition suivante: 4.01% de CO_2, 16.07% de O_2, et 79.92% de N_2. Les prises d'échantillons

étaient effectuées à l'aide de l'installation connue à vitesse proprotionnelle à l'écoulement du gaz. D'après la composition chimique ainsi obtenue et la ventilation qui comportait 96,0 litres corrigés d'air expiré, on peut calculer les quantités totales des gaz respiratoires:

3820 cc de CO_2 et **4818** cc de O_2.

La concordance des résultats obtenus dans toute une série des expériences de contrôle justifie l'emploi de notre appareillage aussi bien dans les expériences brèves, où il s'agit surtout d'étudier les variations rapides d'intensité des échanges, que dans les expériences prolongées, ayant pour but d'etablir les quantités totales des gaz respiratoires.

V. Explication des planches.

Planche I.

Fig. 10. Partie de la pièce dans laquelle on trouve l'échelle ergométrique et l'appareillage pour l'étude des échanges gazeux. Vue générale: A — échelle ergométrique; B — compteur à gaz Elster; C — la boîte à ventilateur; D — sac au dos; F — tuyau de caoutchouc amenant l'air expiré à la boîte à ventilateur et au compteur; G — thermobaromètre; H — tuyau de caoutchouc à parois épaisses de la pompe à vide; J — batterie d'accumulateurs.

Rys. 10. Ogólny widok na część pokoju, mieszczącą ergomierz drabinowy i aparatury do badania wymiany gazowej: A — *ergomierz drabinowy;* B — *gazomierz Elstera;* C — *skrzynka wentylatorowa;* D — *plecak;* E — *rura, doprowadzająca świeże powietrze z podwórza;* F — *wąż gumowy, odprowadzający powietrze wydechowe z maski do skrzynki wentylatorowej i gazomierza;* G — *termobarometr;* H — *grubościenna rurka gumowa od pompy próżniowej;* J — *baterja akumulatorów.*

Planche II.

Fig. 11. Partie de la pièce dans laquelle on trouve l'installation d'enregistrement. Vue générale: A_1 — le cylindre enregistreur, à mouvement lent, actionné par un mécanisme d'horlogerie; A_2 — le cylindre enregistreur à bande, à mouvement rapide, actionné par un moteur électrique (C); D — faisceau des conducteurs amenant le courant aux signaux (E); F — interrupteur du courant arrivant au moteur qui actionne l'échelle; G — inverseur du courant permettant intercaler les signaux de l'un ou de l'autre des cylindres enregistreurs.

Rys. 11. Widok na część pokoju z aparaturą do rejestrowania: A_1 — *kimograf z napędem sprężynowym o powolnym biegu;* A_2 — *kimograf taśmowy o szybkim biegu wraz z napędem motorowym* (C); D — *grupa przewodników, doprowadzająca prąd do znaczników* (E); F — *wyłącznik prądu, zasilający motor, który porusza drabinę;* G — *klucz szeregowy do włączania sygnałów w jeden z dwu kimografów.*

Planche III.

Fig. 12. Le compteur à gaz Elster, vue postérieure, et l'appareillage accessoire: A — la roue motrice du gazomètre; B — courroire de caoutchouc qui met en rapport la roue motrice du gazomètre avec l'une des roues dentées de l'engrenage de l'enregistreur de ventilation; D — le disque à contacts de l'enregistreur; E — le tuyau de caoutchouc, amenant l'air expiré au gazomètre, par l'intermédiaire de la boîte à ventilateur (F); G — rhéostat qui règle l'arrivée du courant au moteur de la boîte à ventilation; H — le manomètre à mercure.

Rys. 12. Gazomierz Elstera widziany ztyłu wraz z aparaturą dodatkową: A — *koło popędowe gazomierza;* B — *przekładnia gumowa, łącząca koło popędowe gazomierza z jednem z kół przekładni zębatej rejestratora wentylacji* (C); D — *tarcza kontaktowa rejestratora wentylacji;* E — *wąż gumowy, doprowadzający powietrze wydechowe przez skrzynkę wentylatorową (F) do gazomierza;* G — *opornica, regulująca dopływ prądu do motoru skrzynki wentylatorowej;* H — *rtęciowy manometr próżniowy.*

STRESZCZENIE.

W pracy niniejszej podano szczegółowy opis aparatury ergometrycznej i respiracyjnej, używanej w Zakładzie Fizjologji Instytutu im. Nenckiego do badań nad przebiegiem wymiany gazowej u człowieka w czasie pracy i spoczynku. Aparatura ta składała się z szeregu przyrządów i urządzeń, przystosowanych do graficznego rejestrowania natężenia pracy wykonywanej, wielkości wentylacji płucnej, rytmu oddechowego, czasu oraz momentów pobierania do analizy gazowej próbek powietrza wydechowego (por. rys. 9).

Jako ergomierzem posługiwano się drabiną bez końca, poruszaną zapomocą silnika elektrycznego (por. rys. 1 i 10), dającą możność łatwego utrzymania tempa pracy na stałym poziomie oraz — dowolnego i w szerokich granicach realizowanego wprowadzenia zmian w natężeniu wykonywanej pracy. Pozatem ergomierz ten pozwala badać zarówno pracę podnoszenia się wgórę po szczeblach, jak i wysiłek, towarzyszący opuszczaniu się wdół.

W doborze aparatury do badań nad wymianą gazową człowieka, wykonywującego pracę, szczególną uwagę zwrócono na dokładność pomiarów wentylacji, na zredukowanie do minimum oporów w drogach, odprowadzających powierze wydechowe, oraz na sposób pobierania próbek powietrza wydechowego do analizy i dokładność wykonania analiz gazowych.

Do tego celu służyła przedewszystkiem maska (rys. 2), szczelnie przylegająca do twarzy, z wentylami (rys. 3) o małym i dającym się dowolnie regulować oporze, oraz z urządzeniem do automatycznego rejestrowania rytmu oddechowego (rys. 2 C i 3 MLNO). Wylot prawego wentyla łączy się — zapomocą giętkiego węża gumowego (rys. 2 E_2), przytwierdzonego do plecaka (rys. 10 D) — ze skrzynką wentylatorową (rys. 4, 10 C i 11 F), a następnie — z gazomierzem Elstera (rys. 10 B).

Skrzynka wentylatorowa (rys. 4) miała podwójne zadanie: pełniła ona przedewszystkiem rolę mieszadła, wyrównywującego różnice w składzie chemicznym poszczególnych wydechów, a następnie miała na celu zmniejszenie do minimum bezwładności gazomierza i oporów w drogach odprowadzających.

Notowanie objętości powietrza, przepływającego przez gazomierz, odbywało się automatycznie dzięki zastosowaniu specjalnego przyrządu dodatkowego, obracanego przez koło popędowe gazomierza, zwanego „rejestratorem wentylacji" (rys. 5 i 12 CD). Przez włączenie różnej liczby kontaktów w tarczy tego rejestratora uzyskiwało się możność zapisywania prędkości przepływu powietrza przez gazomierz — z różnym, zależnym od warunków doświadczenia, stopniem dokładności. Przyrząd ten pozwala w zasadzie mierzyć, nawet w doświadczeniach długotrwałych, objętości poszczególnych następujących po sobie wydechów oraz ich następstwo w czasie (rys. 6).

W pracy niniejszej podano ponadto sposób pobierania próbek gazu, zapewniający przeciętny skład powietrza wydechowego, oraz opis aparatu do analizy gazowej (rys. 8).

Z Zakładu Fizjologji Instytutu im. Nenckiego T. N. W.

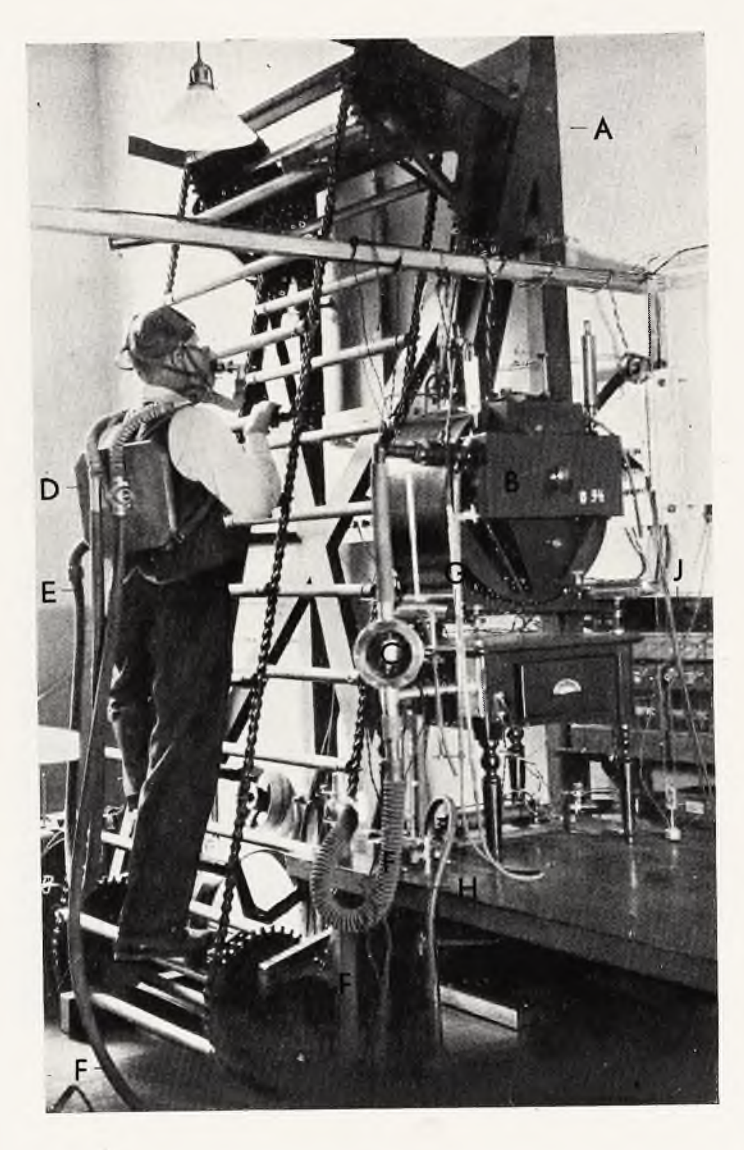


Fig. 10.

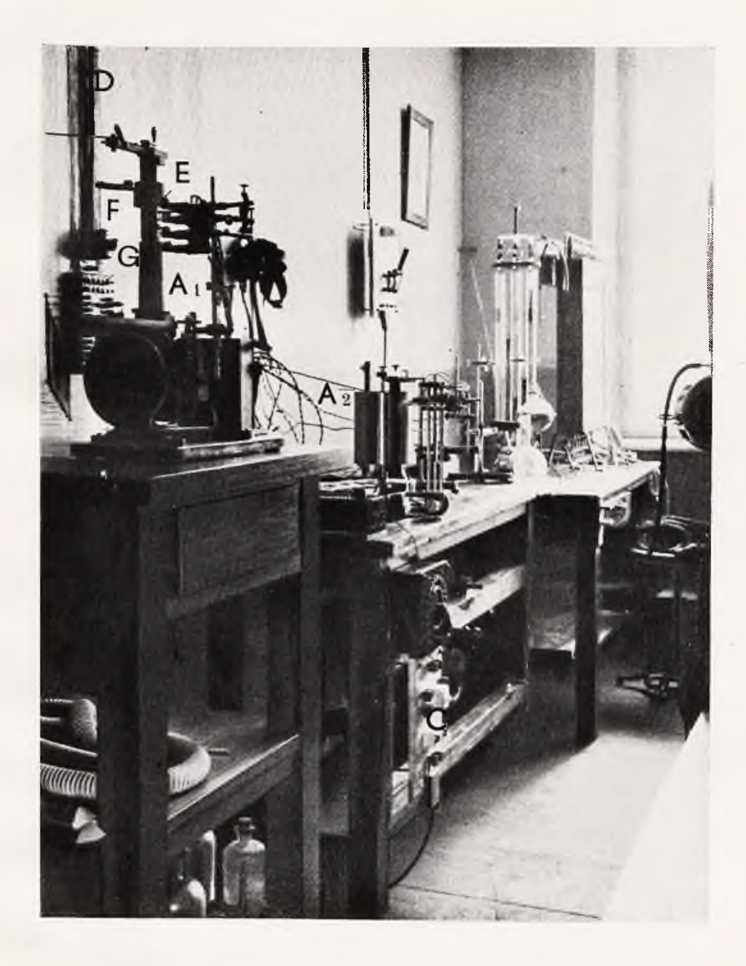


Fig. 11.

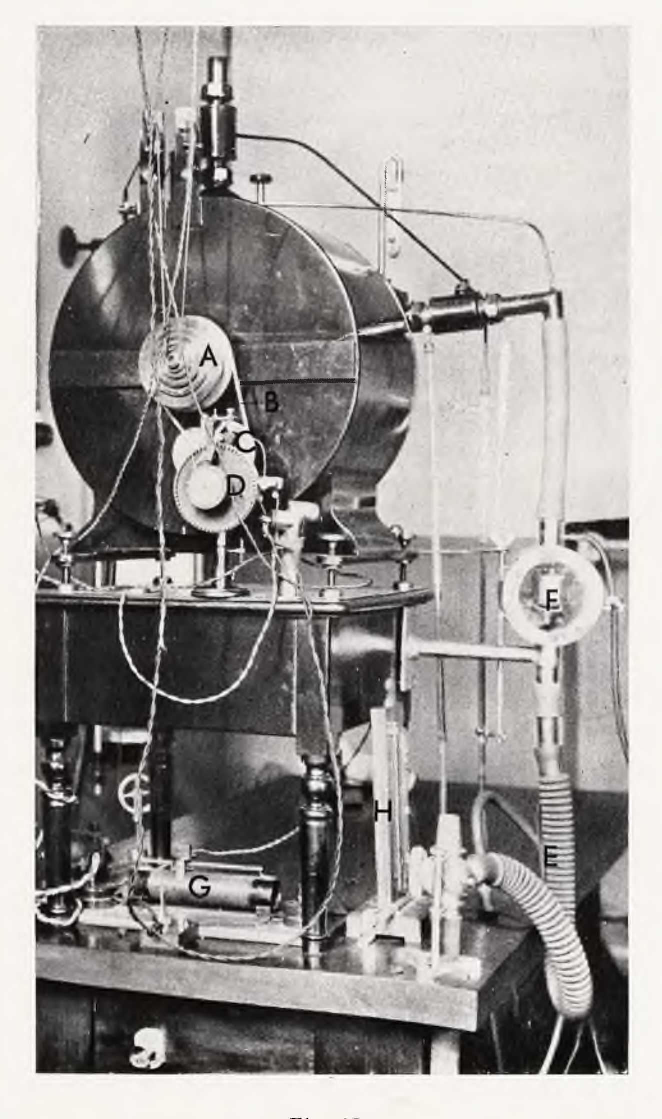


Fig. 12.

K. Białaszewicz.

(Pracownia Doświadczalna Rady Naukowej Wychowania Fizycznego,
Kierownik Dr. Wł. Missiuro).

(Laboratoire Expérimental du Conseil Scientifique de l'Education Physique).

Włodzimierz Missiuro.

O WPŁYWACH SYSTEMATYCZNYCH ĆWICZEŃ FIZYCZNYCH NA ZJAWISKA PRZEMIANY ODDECHOWEJ. *)

Influence de l'entraînement physique sur les échanges respiratoires.

(Doniesienie tymczasowe).

Wpłynęło 10.IX.1933.

Au cours des expériences executées sur les candidats aux Jeux Olympiques de 1932, on a eu l'occasion de noter quelques différences caractéristiques entre les échanges respiratoires des sujets entraînés et non-entraînés.

Les recherches sur le métabolisme de base, ou plus exactement sur le métabolisme de repos (effectuées en decubitus, après une période de 30 à 40 minutes d'adaptation au masque, à jeun — 12 heures au moins après le dernier repas), étaient faites par méthode de *Douglas* — *Haldane*. Les sujets examinés étaient des élèves de l'Institut d'Éducation Physique, âgés de 20 à 32 ans, et les membres de la delégation à l'Olympiade, âgés de 21 à 36 ans. Ils furent soumis à une observation rigoureuse en ce qui concerne l'alimentation, l'emploi de temps, le repos nocturne etc. Les déterminations du métabolisme avaient lieu le matin, 14 à 16 heures après les derniers exercices physiques de la veille.

---

*) Przedstawiono na Międzynarod. Kongresie Medyc. Sport. w Turynie (8.IX.1933) i XIV Zjeździe Lek. i Przyrodn. Polsk. w Poznaniu (1933).

Le matériel obtenu portait sur 104 sujets. Il fut divisé en trois groupes, correspondant chacun à un degré d'entraînement différent. Le premier groupe était composé des débutants, chez lesquels la période d'entraînement systématique ne dépassait pas 2 à 3 mois; le second comprenait les sujets au bout de deux années d'éducation physique; le troisième — les membres de la délégation olympique, peu de temps avant leur départ pour l'Olympiade; ils étaient alors au maximum d'entraînement.

Ainsi, chacun de trois groupes, composés d'individus de deux sexes, représentait un degré différent d'entraînement. Le niveau du grupe olympique était considéré comme optimum.

Les déterminations du métabolisme du repos chez les membres du groupe olympique ont montré une tendence marquée du métabolisme à tomber au - dessous de la valeur normale, indiquée dans les standards de *Benedict* et *Harris*. On n'avait cependant pas mesuré le métabolisme de ces sujets avant leur entraînement, et ceci diminuait la portée de la comparaison. On a tenu compte de la possibilité d'écarts des valeurs normales moyennes, allant, d'après *Benedict* jusqu'à 13,9 p. 100. On à même arrondi ce chiffre jusqu'à 15 p. 100 („écarts physiologiques"). On a pu constater cependant dans le groupe olympique un abaissement du métabolisme, qui a depassé la limite des écarts individuels. Dans 69 pour 100 des cas la diminution observée variait de 15,6 à 45,3 pour 100. Chez les autres sujets de ce groupe, à l'exception d'un seul, les échanges respiratoires étaient également abaissés (dans les limites physiologiques).

Ces données comme on l'a mentionné plus haut ne peuvent pas être considérées comme indication absolue d'abaissement du métabolisme produit par l'entraînement. Elles permettent cependant de constater, que dans la majorité des cas (69 pour 100) l'entraînement est accompagné d'une diminution plus ou moins marquée du métabolisme de repos.

Comme chez membres du groupe olympique la dispersion d'âge était assez considérable, on a pu constater que l'abaissement observé s'accentuait chez les sujets plus âgés. Il faut donc tenir compte du facteur âge qui peut contribuer à l'abaissement du métabolisme et accentuer les effets de l'entraînement.

Le niveau du métabolisme de repos chez les sujets du groupe olympique s'est revelé extraordinairement bas non seulement

par rapport aux valeurs énergétiques normales établies par *Dubois*, mais aussi par rapport aux données de *Cathcart* et *Orr* (1918) concernant les soldats anglais et aux résultats de *Reicher* (1930) obtenus sur les sportifs polonais âgés de 17 à 35 ans.

En établissant le tableau général du métabolisme de repos, nous avons laissé de côté les femmes appartenant au groupe olympique, comme il n'y en avait que 4.

Les particularités des échanges énergétiques ressortent avec plus de netteté lorsqu'on les compare à ceux des sujets peu entraînés. Afin d'étudier l'influence d'un entraînement systématique, on a admis que le métabolisme des athlètes correspond au celui d'entraînement achevé et on le considérera desormais comme „standard" pour les personnes du même âge et de constitution semblable.

On voit sur le tableau I, II que la consommation d'oxygène et le dégagement de chaleur par heure et par mètre carré de surface atteignent le maximum dans le groupe I (les personnes le moins entraînées), s'abaissent dans le groupe II (personnes au bout de deux années d'entraînement) et arrivent au minimum dans les groupe des athlètes olympiques. L'écart moyen (σ) de la valeur normale de consommation d'oxygène est égal dans le groupe olympique à 44,84 $\pm$ 8,79. Chez les sujets appartenant au groupe I, la consommation d'oxygène reste dans les limites de la norme olympique dans 29 pour cent des cas seulement. Le groupe II, comprenant les sujets ayant fait deux années d'exercices, se rapproche davantage, au point de vue du métabolisme, du groupe olympique. (40 pour cent des cas).

L'abaissement de la consommation d'oxygène chez les individus entraînés est accompagné d'autres modifications de la fonction respiratoire (Tab. III). L'élimination de l'acide carbonique pendant le repos est notablement diminuée (173,4 cc par minute — minimum 119 cc, maximum 262 cc). Le quotient respiratoire au repos présente les variations correspondantes à celles d'élimination d'anhydride carbonique. Il oscille entre 0,743 et 0,993. Sa valeur moyenne est égale à 0,881. Le quotient respiratoire des sujets non-entraînés est en général égal 0,917 ce qui indique le dégagement accru d'anhydride carbonique au cours d'entraînement. Le quotient respiratoire des sujets du groupe II (au bout de deux années d'exercices physiques) est égal à 0,904.

Les variations du quotient respiratoire sont en général parallèles aux changements de la ventilation, qui diminue à mesure que l'entraînement progresse.

La diminution de ventilation pulmonaire est très caractéristique pour les degrés supérieurs d'entraînement. Elle parait due surtout au ralentissement du rythme respiratoire, les changements de profondeur des inspirations paraissant jouer dans ce processus un rôle moins important. La ventilation pulmonaire économique se trouve être en même temps plus efficace, ainsi qu'on peut le juger d'après l'accroissement de la quantité d'oxygène consommé par litre d'air ventilé .(Tab. IV).

Pour completer les données statiques concernant les échanges respiratoires, nous avons soumis nos sujets à une épreuve fonctionnelle. On leur a demandé de fournir un léger effort qui consistait et 20 flexions des genoux, toutes les deux secondes chacune. On faisait la détermination du métabolisme pendant le travail et après 5 minutes de repos. La réaction respiratoire observée à la suite de cet effort variait d'un groupe à un autre. L'équipe olympique présentait un accroissement de ventilation moins important et une augmentation du quotient respiratoire plus marquée que les autres groupes. La consommation moyenne d'oxygène est également un peu moins grande dans le groupe olympique (Tab. V).

L'efficacité de la ventilation pulmonaire subit des variations analogues, chez les individus moins entraînés la quantité d'oxygène consommé par litre d'air ventilé s'accroit moins pendant le travail.

L'accroissement de l'élimination d'anhydride carbonique pendant le travail n'est pas proportionnel à l'accroissement de la consommation d'oxygène dans aucun des groupes. Le quotient respiratoire tombe par conséquent au-dessous de sa valeur initiale. La chute du quotient respiratoire jusqu'à 0,796 — 0,748 (dans un cas même jusqu'à 0,566) après un effort physique modéré durant moins d'une minute fut dans nos expériences un phénomène constant, indépendant du degré d'entraînement. Comme nous l'avons déjà constaté ailleurs, l'abaissement du quotient respiratoire à la suite des efforts peu prolongés parait être une règle absolue toutes les fois qu'il y a au repos un quotient respiratoire élevé.

Les modifications produites par le travail ne sont pas enco-

re entièrement compensées au bout de 5 minutes de repos. Une certaine hyperventilation des poumons et le quotient respiratoire dépassant l'unité en sont temoins. Le niveau élevé du quotient respiratoire fut constaté aussi bien chez les sujets entraînés que chez les non-entraînés. Le quotient $\frac{O_2 \text{ cm}^3}{\text{vent. ltr.}}$, qui s'accroit pendant le travail, tombe pendant le repos consécutif à une valeur inférieure à celle qu'il avait avant l'épreuve fonctionnelle.

Ainsi un bref effort ne peut pas servir à différencier la réaction respiratoire au travail des sujets présentant un degré d'entraînement différent et servir d'un critère supplémentaire pour l'appréciation énergétique d'entraînement. Il semble que l'effort physique que nécessitait notre épreuve n'était pas suffisamment intense pour engendrer une réaction susceptible de mobiliser dans l'organisme tous les mécanismes fonctionnels disponibles.

L'influence de l'entraînement physique re reflète mieux dans le variations du métabolisme de repos que nous venons de décrire.

Le niveau élevé de la dépense calorique au repos chez les sujets non-entraînés pendant la période calorique d'exercices d'entraînement tient à ce que l'accroissement du métabolisme produit pendant les exercices n'est pas entièrement compensé au repos. Le degré d'entraînement plus avancé est acompagné d'une disparition plus rapide des effets du travail. Il en resulte que la valeur observée du métabolisme de repos s'écarte peu de la moyenne. Les états d'entraînement correspondent à l'établissement d'un équilibre fonctionnel économique de l'organisme et à une efficatité maximale du repos.

Avant d'arriver à un état d'entraînement parfait, le régime interne de l'organisme doit passer par quelques étapes successives pendant lesquelles s'établissent les correlations normales du système nerveux autonome et du système endocrino - végétatif associé.

La participation active du système hormono-végétatif dans l'élaboration des états d'entraînement est confirmée, entre autres par les modifications que l'on constate dans la glande thyroïde. Il resulte de l'observation clinique qu'au debut de l'entraînement les exercices systématiques provoquent fréquement une hypertrophie de la thyroïde. Ce fait était observé dans 12 pour cent des cas chez les hommes et 22 pour cent chez les femmes. Il con-

sistait dans la plupart des cas en une hypertrophie diffuse des deux lobes. L'hypertrophie n'a guère était observée dans l'équipe olympique.

La comparaison des observations cliniques des cas, où l'on a constaté une hypertrophie de la thyroïde, et des données concernant les échanges respiratoires de ces sujets, fait ressortir le fait suivant: à côté des modifications de la thyroïde qui font penser au goître colloïdal banal, assez fréquent chez les adolescents, il y a aussi parfois de l'hyperthyroïdie plus ou moins prononcée. Dans les groupes d'hommes à l'hypertrophie de la thyroïde, il y avait soit un accroissement soit une tendance à s'accroitre du métabolisme du repos. Il n'y avait pas d'abaissement simultané du poids, mais ceci peut être expliqué par la nourriture fournie en surabondance. Chez les femmes l'hypertrophie de la thyroïde était dans quelques cas accompagnée de chute de la dépense calorique ou d'une tendance à son abaissement dans les limites normales.

C'est sans aucun doute la sensibilité et la labilité extrême des correlations endocrino-végétatives, qui est à la base de toutes les modifications que l'on observe. Le facteur constitution, qui détermine très souvent la prédisposition à l'hyperthyroïdie y joue probablement un rôle assez important. Les efforts intenses et réguliers associés à une demande accrue d'oxygène et à l'apparition des produits du métabolisme dans l'économie peuvent contribuer à mettre en evidence une prédisposition latente à l'hyperthyroïdie. L'apparition d'une hyperplasie de la thyroïde ou l'accentuation d'une hyperplasie préexistente doivent être rangées parmi les phénomènes du même ordre.

Les troubles du fonctionnement de la thyroïde peuvent être provoqués soit par une excitation chimique par les produits du métabolisme du travail, soit par une excitation du sympathique. Le reflexe endocrino-végétatif qui renforce ainsi les fonctions animales pendant le travail peut laisser des traces même pendant les périodes de repos. La nécessité d'une mobilisation permanente des mécanismes du travail pendant les efforts physiques quotidiens amène probablement une irritation fonctionnelle plus ou moins manifeste de l'appareil thyréo-chrommaffine. Il convient d'attirer l'attention sur le rôle du facteur neurogène dans les cas de tonification de la thyroïde. Ce facteur intervient chaque fois qu'il s'agit d'un effort conscient psycho-physique qui est à la base de tout entraînement physique et intellectuel.

Ainsi dans certains cas la valeur élevée des échanges respiratoires chez les sujets pratiquant les exercices intenses peut être expliqués par les modification indiquées du fonctionnement de la glande thyroïde. La persistance au repos de l'accroissement du métabolisme et interférence de ces phénomènes pendant les périodes plus longues de l'entraînement constituent d'après toute vraisemblence, la cause essentielle du niveau élevé du métabolisme de repos chez les personnes non-entraînées.

Nous pouvons dire que chez les personnes non-entraînées on observe, sauf quelques rares exceptions, un accroissement du métabolisme de repos, tandis qu'un abaissement plus ou moins prononcé de cette grandeur caractérise au contraire un certain degré d'entraînement.

L'abaissement du métabolisme de repos sous l'influence de l'entraînement doit être considéré comme une des manifestations les plus importances de l'adaptation maxima de l'organisme au travail donné et de la formation d'un régime plus économique des processus énergétiques en général. Une allure plus économique des processus de conservation (de base), permet aux individus entraînés d'élargir leurs ressources énergétiques susceptibles d'être mobilisées pendant le travail.

Parmi les changements d'ordre fonctionnel il faut mentionner la tendance à la bradycardie chez les personnes entraînées, une lymphocytose légère (dans 76,2 pour cent des cas), une tendance à éosinophilie ainsi que l'apparition plus fréquente du symptôme positif d'Aschner. Cet ensemble des phénomènes, qui se développe sous l'influence d'entraînement systématique, indique que des changements sont survenus dans l'équilibre normal des systèmes sympathique et parasympathique. Il apparaît une prédominance du système parasympathique.

Il semble que l'abaissement du métabolisme de repos doit être considéré comme une des manifestations globales du nouveau régime de régulation du système neuro-végétatif qui s'établit du fait d'entraînement parfait. La confirmation expérimentale de l'hypothèse, suivant laquelle chez les sujets „en forme" les échanges respiratoires s'effectuent de façon plus économique, pourrait fournir un nouveau critère pour l'appréciation des effets réels des exercices physiques et compléter ainsi nos connaissances concernant la prophylaxie de la fatigue.

Stany wyćwiczenia czyli osiągnięcia t. zw. „formy", w następstwie systematycznego treningu fizycznego, ujawniają się w swoistych zmianach normalnej równowagi całej gospodarki ustroju. Odmienne nastawienie funkcjonowania motoru ludzkiego, wywołane treningiem oraz stanowiące wyraz maksymalnej adaptacji do określonego rodzaju pracy, wyraża się w charakterystycznych zmianach napięcia czynnościowego całokształtu funkcyj fizjologicznych. Procesy przemiany materji, jako globalny miernik natężenia przemian energetycznych okresów spoczynkowych i czynnościowych, ulegają wpływom treningowym w pierwszym rzędzie.

Dotychczasowe wiadomości o zmianach procesów przemiany oddechowej w przebiegu wytwarzania się stanu wyćwiczenia odznaczają się jednak dużą rozbieżnością, którą tłumaczyć można nietylko częstą niejednolitością metodyki badawczej, lecz również i różnorodnością obserwowanego materjału pod względem rasowym, różnic wieku, trybu życia, warunków odżywiania, sposobu przeprowadzania treningu i t. d. W wielu przypadkach ostateczny obraz adaptacyjnego nastawienia przemian energetycznych nie występuje wyraźnie z powodu ograniczenia badań do zjawisk fragmentarycznych, charakteryzujących poszczególne tylko okresy całego cyklu spraw treningowych.

Większość spostrzeżeń znajduje punkt wyjścia w znanem zjawisku wybitnego podniesienia procesów energetycznych podczas pracy fizycznej oraz rozszerza owe obserwacje stwierdzeniem, że wzmożenie przemiany oddechowej trwa przez pewien czas i po ukończeniu pracy (*Durig, Zuntz, Schumburg*, 1901). Według danych *Herbst'a* zużycie energji po 90 min. wypoczynku po pracy może być wyższe w porównaniu z normą spoczynkową, jeszcze o 10%. Podobny wzrost do 10% normy, znikający dopiero po 48—72 godz. po pracy ciężkiej, opisują *Wissing, Wolff* i *Herxheimer*. Wzrost natężenia przemiany, dochodzący w badaniach *Hill'a* do 7% oraz trwający po zlikwidowaniu zaciągniętego podczas pracy długu tlenowego, wiąże się według tego autora z wywołanemi przez intensywną pracę zaburzeniami czynnościowemi (disturbances) całokształtu funkcyj. Owem nakładaniem się następstw pracy fizycznej należy też tłumaczyć wzrost metabolizmu, towarzyszący okresowi treningowemu (*Benedict, Smith, Lindhard* i inni). Wzrost wydatku energetycznego podczas pracy oraz bezpośrednio po jej ukończeniu, jak stwierdzają *Loewy, Zuntz* i *Schumburg* oraz *Herbst*, może występować również w następstwie znużenia.

Obok przytoczonej reakcji przemijającego wzmożenia przemiany oddechowej po pracy znajdujemy niemniejszą liczbę spostrzeżeń, wskazujących, że w pewnych warunkach wysiłek fizyczny może łączyć się z następowem

obniżeniem przemian energetycznych *(Pettenkofer* i *Voit, Jaquet, Speck, Kaup, Schenk* i *Stähler, Missiuro* i *Szulc)*. Podobne zmniejszenie zużycia tlenu poniżej wartości spoczynkowej zanotował *Lindhard* (1920) również i po pracy statycznej. *Zuntz* i *Schumburg* (1901) obserwowali po wysiłkach fizycznych przypadki obniżenia zużycia tlenu do 11—20% poniżej wielkości spoczynkowej. Analogiczny spadek zużycia tlenu, trwający do 55 min. wypoczynku, opisuje *Lohmann.* W badaniach *Kaup'a* i *Grosse* (1930) spadek zużycia tlenu, występujący w 10-ej min. wypoczynku, dochodził do 50%. Analogiczne zjawisko opisuje *Mark* (1929) przy badaniu uczestników Olimpjady (1929). Zmniejszenie zużycia tlenu po zawodach dochodziło u 7 osobników przeciętnie do 32% normy spoczynkowej w 12—18 godz. po zawodach.

Większość przytoczonych spostrzeżeń wykazuje zatem, że obniżenie wydatku energetycznego w okresie wypoczynkowym jest odczynem, towarzyszącym niejednokrotnie zarówno zjawiskom znużenia, jak i doraźnym następstwom pracy u osób wytrenowanych. Obniżenie przemiany oddechowej w rezultacie wyćwiczenia zanotowano również i podczas samej pracy. Wskazania na bardziej ekonomiczną pracę u osobników wytrenowanych znajdujemy w danych *Loewy* i *Knoll'a* (1925), *Herxheimer'a* i *Kost'a* (1929), *Henderson'a, Haggard'a* i *Dolley'a* (1927).

O ile bezpośrednie wpływy pracy fizycznej, jak również jej następstwa zostały uwidocznione w obszernym materjale badawczym, o tyle mniej wyświetlona jest sprawa zmian metabolizmu spoczynkowego stałych, charakterystycznych dla osobników wytrenowanych. Wyniki badań zmian czynnościowych długotrwałych, jakie mogą wystąpić po treningu systematycznym, bynajmniej nie odznaczają się również jednolitością. Więc, *Carpenter, Caspary* i *Lizhofer* opisują występowanie u osób wytrenowanych wzmożenia przemiany spoczynkowej minimalnej przeciętnie o 22%. *Benedict* i *Schmidt* (1915) również stwierdzają po ukończonym treningu podniesienie metabolizmu na klg. wagi i mtr. kwadr. powierzchni ciała, oraz prostują tą drogą wyniki poprzednich badań *Benedict'a* i *Carpenter'a* (1910), kiedy zanotowano obniżenie metabolizmu spoczynkowego. Na fakty możliwości występowania wzmożenia metabolizmu spoczynkowego u osób wytrenowanych wskazują prace *Schneider'a* i *Ring'a, Reicher* (1932) oraz *A. Jordi* (1933).

Charakter stałych zmian metabolizmu, wywołanych przez trening, nie zostaje jednak przesądzony, gdyż obok powyższych spostrzeżeń znajdujemy prace, wykazujące wyraźne potreningowe obniżenie metabolizmu obok przypadków pozostania tej funkcji bez mian. *Steinhaus* (1926) w doświadczeniach na trenowanych psach stwierdza początkowo spadek metabolizmu, który rozwija się stopniowo podczas kilkomiesięcznego treningu. W następnej swej pracy *Steinhaus* (1930) wprowadza ścisłą kontrolę utrzymywania status quo wagi trenowanych zwierząt przez wyrównywanie ubytku wagi podniesieniem normy pożywienia. Stwierdza w rezultacie, że trening doprawodzający do „formy" nie wywiera wyraźniejszego wpływu na metabolizm podstawowy. W doświadczeniach na ludziach *Schneider, Clarke* i *Ring* (1927) wykazują, że wpływ treningu, o ile wogóle występuje, polega na obniżeniu przemiany oddechowej spoczynkowej. Podobne obniżenie, docho-

dzące do 7,7%, opisali również *Schenk* i *Stähler* (1929). *Gemmill, Booth* i *Pocock* (1930) uzyskują natomiast wyniki, zaprzeczające występowaniu w okresie wytrenowania jakichkolwiekbądź znaczniejszych zmian metabolizmu oddechowego.

W badaniach naszych, zapoczątkowanych w związku z obserwacją treningu kandydatów do Olimpjady w r. 1932, mieliśmy możność zanotowania tych charakterystycznych cech metabolizmu oddechowego, jakie pozwoliły wyróżnić grupę osobników wytrenowanych od innych osób, odznaczających się mniej wysokim stopniem usprawnienia osobistego. Niżej przedstawione wyniki tych badań uzupełniają do pewnego stopnia materjał dotychczasowych studjów metabolizmu okresu potreningowego, oraz pozwalają nadto na bliższe wejrzenie w istotę interesujących nas wpływów treningu fizycznego.

Badania przemiany oddechowej minimalnej, a raczej spoczynkowej (w pozycji leżącej, po 30—40 min. adaptacji do oddychania przez maskę, naczczo, conajmniej w 12 godz. po ostatnim posiłku), dokonywano metodą *Douglas'a* i *Haldane'a.* Badani osobnicy, należący do słuchaczów 2-letnich studjów wychowania fizycznego w wieku 20—32 l. oraz uczestnicy Olimpijskiego obozu treningowego (wiek 21 — 36 l.) podlegali ścisłej obserwacji pod względem żywienia, rozłożenia pracy dziennej, wypoczynku nocnego i t. d., co osiągnięto całkowicie przy warunkach internatowych. Do pomiarów metabolizmu badani zgłaszali się w godzinach rannych, conajmniej w 14 — 16 godz. po ostatnich ćwiczeniach fizycznych.

Całość uzyskanego materjału badań, łącznej ilości 104 osobników, składała się z 3-ch grup, znajdujących się w różnych okresach cyklu treningowego. I grupa — osobnicy na początku 2-letniego okresu regularnego uprawiania ćwiczeń (w Centr. Inst. Wych. Fiz.), po 2—3 miesiącach ćwiczeń, II grupa — jednostki kończące 2-letni okres ćwiczebny, oraz III grupa — kandydaci do ekipy olimpijskiej na krótko przed wyjazdem na zawody, a więc osobnicy o już osiągniętym wysokim stanie wytrenowania. Każdej badanej grupie, składającej się z osobników obojga płci, odpowiada zatem odmienny stopień wytrenowania. Za miernik doskonałego stanu usprawnienia osobistego przyjęto kondycję grupy olimpijskiej.

Orjentacyjne porównanie wyników pomiarów metabolizmu

oddechowego spoczynkowego grupy olimpijskiej z normami *Benedict'a* i *Harris'a* ujawniło, jako regułę, zdecydowane obniżenie natężenia metabolizmu poniżej wskazanych norm standardowych. Brak bezwzględnych wartości przemiany spoczynkowej badanych osób przed rozpoczęciem treningu pozbawiło możności przeprowadzenia oceny porównawczej wymiaru zmian metabolizmu, rozwijających się w rezultacie wytrenowania.

Biorąc pod uwagę możliwość odchyleń od średnich wartości standardowych do 13,9% *(Benedict)* oraz zaokrąglając owe „fizjologiczne" odchylenia do 15% stwierdzamy, że wyraźne obniżenie wydatku energetycznego w grupie olimpijskiej ujawnia się w 69% przypadków. Stopień obniżenia metabolizmu poniżej odchyleń indywidualnych dopuszczalnych (15%) waha się przytem od 15,6% do 45,3%. Dane te, nie posiadające, jak już zaznaczyliśmy wyżej, znaczenia oceny bezwzględnej, uprawniają jednak do stwierdzenia, że wpływy ukończonego okresu treningowego ujawniły się w większości przypadków (69%) w większem lub mniejszem obniżeniu przemiany oddechowej spoczynkowej. U pozostałych osób (grupy olimp.) za wyjątkiem jednej, przemiana spoczynkowa wykazała odchylenia od standardu również w kierunku obniżenia. W dość dużej skali różnic wieku członków grupy olimpijskiej (21—36 l.) zanotowaliśmy, jako zjawisko zasadnicze — regularne występowanie znaczniejszych stopni niskiego stanu metabolizmu u osobników starszych wiekiem. Obniżający przemianę spoczynkową wpływ postępującego wieku należy zatem uwzględnić jako czynnik dodatkowy, który może potęgować opisywane następstwa odbytego treningu.

Wyjątkowo niski stan przemiany oddechowej spoczynkowej u osobników wyćwiczonych (olimpijczycy) występuje szczególnie jaskrawo nietylko przy porównaniu uzyskanych wielkości przemiany wskazanej grupy z normami *Du Bois*, lecz i z danemi odnośnych badań *Cathcart'a* i *Orr'a* (1918) na żołnierzach angielskich oraz z wynikami *Reicher* (1930), uzyskanemi na polskim materjale (sportowcy w wieku od 17 do 35 lat).

Pod względem wydatku energetycznego na godz. i 1 mtr² powierzchni ciała opisywany przez *Reicher* materjał (41,0 kal.), zawierający, między innymi, również i sportowców dobrej klasy, zbliża się najbardziej do obserwowanych przez nas osób, rozpoczynających 2-letni okres ćwiczebny (I grupa — wydatek energetyczny — 42,0 kal. na godz. i mtr. kwadr.).

Grupy kobiecej olimpijskiej, ze względu na zbyt szczupły materjał (4 osoby), w ustaleniu globalnego obrazu metabolizmu spoczynkowego osób wyćwiczonych, nie uwzględniliśmy.

Zestawienie wydatku energetycznego mężczyzn w wieku 20—40 lat.

Autor	Badani:	Kal. na godz. i mtr^2
Reicher. . . .	Sportowcy-Polacy . .	41.0
Du Bois . . .	Mężczyźni-Amerykanie	39.5
Cathcart i Orr.	Żołnierze-Anglicy . .	37.8
Missiuro . . .	Olimpijczycy-Polacy .	30.9

Wykazane cechy redukcji natężenia procesów energetycznych u wytrenowanych występują szczególnie wyraźnie przy porównaniu ich ze stanem przemiany u osobników niewyćwiczonych. Za punkt wyjścia do wykazania wpływów systematycznych ćwiczeń przyjęliśmy zatem, iż stwierdzony u grupy olimpijskiej stan przemiany oddechowej w okresie spoczynku — dla osobników tego samego wieku i mniej więcej podobnej budowy— posiada cechy, charakteryzujące następstwa treningu ukończonego.

TAB. I.

Zestawienie porównawcze przemiany oddechowej spoczynkowej grup męskich.

Les échanges respiratoires de repos (les groupes masculins).

Osobnicy badań: Groupe:	Liczba badanych Nombre des sujets	Zużycie tlenu Consommation d'oxygène cm^3/min	Wydatek energetyczny Dépense calorique Kal/godz. i mtr.^{2} Cal/heure et m^2
I gr.—początek treningu Début de l'entraînement	24	261 ± 6.84 σ = 33.51 ± 4.84	42.0 ± 0.92 σ = 4.49 ± 0.65
II gr.—koniec treningu Fin de l'entraînement .	20	236 ± 9.87 σ = 44.11 ± 6.98	37.5 ± 1.40 σ = 6.25 ± 0.99
Grupa olimpijska . . . Groupe olympique . .	13	196 ± 12.44 σ = 44.84 ± 8.79	30.9 ± 1.83 σ = 6.60 ± 1.29

Jak widać z załączonego zestawienia, zużycie tlenu i produkcja ciepła na godz. i mtr. kwadr. powierzchni ciała — największe u osób mniej wyćwiczonych, okazują spadek w grupie II (przy końcu 2-letnich ćwiczeń), dochodząc do swego minimum u osób dobrze wytrenowanych. Rozpiętość odchyleń „normy” zużycia tlenu u olimpijczyków waha się w granicach średniego odchylenia (σ) 44,84 $\pm$ 8,79. Z grupy osobników, przystępujących do ćwiczeń, tylko 29% wykazuje natężenie zużycia tlenu w granicach „normy olimpijskiej”. Grupa II, kończąca 2-letni okres ćwiczeń, zbliża się najbardziej (40%) do charakterystycznego stanu metabolizmu oddechowego osób dobrze wytrenowanych.

Sprawdzenie miary istotnej wartości różnic obserwowanych zjawisk oparliśmy na obliczeniach współczynnika k, obliczanego ze wzóru: $k = \frac{A_2 - A_1}{\sqrt{E_1^2 + E_2^2}}$ *(Pütter, Mydlarski)*, gdzie A_1 i A_2 są średnie arytmetyczne grup porównawczych i E_1 i E_2— średnie błędy średnich arytmetycznych. Wielkość k jest miarą istotnej różnicy. Różnica między obserwowanemi grupami nie istnieje przy $k \leq 1{,}0$.

Jest ona nieistotna przy k większym od 1,0, ale mniejszym od 2,0. Może być brana pod uwagę przy $k > 2{,}0$ i jest bezwzględnie istotna, gdy $k > 5{,}0$. Dla spoczynkowego zużycia tlenu przy porównaniu grupy I (początek ćwiczeń) z grupą II (koniec ćwiczeń) $k = 2{,}1$, t. zn. wielkość obniżenia zużycia tlenu jest bardzo nieznaczna. Nieco większa różnica występuje pomiędzy zużyciem tlenu grupy II-ej i olimpijczyków: $k = 2{,}48$, oraz zupełnie wyraźna różnica tej funkcji u grupy I-ej i grupy olimpijczyków: $k = 4{,}55$.

Zniwelowanie znaczniejszych odchyleń indywidualnych przemiany oddechowej przez obliczenie produkcji ciepła na mtr. kwadr. powierzchni ciała i godz. podkreśla jeszcze bardziej równomierność oraz stopień różnicy zasadniczych zjawisk przemiany spoczynkowej. Obliczenia współczynnika k wykazują, że:

dla grupy	I i II	$k = 2{,}67$.
„ „	I i olimp.	$k = 5{,}40$.
„ „	II i olimp.	$k = 2{,}87$.

Porównanie grup kobiecych, znajdujących się w okresach ćwiczebnych — początkowym i końcowym, wykazuje występowanie omawianych wpływów treningowych o wiele mniej wyraźnie, aniżeli w grupach męskich.

TAB. II.

Przemiana oddechowa spoczynkowa w grupach kobiecych.

Les échanges respiratoires de repos (groupes feminins).

Osobnicy badani: Groupe:	Liczba badanych Nombre des sujets	Zużycie tlenu Consommation d'oxygène $cm^3/min.$	Wydatek kaloryczny Kal./godz i $mtr.^2$ Depense calorique Cal/heure et $m.^2$
I gr. — początek treningu Début de l'entraînement.	23	187.7 ± 6.11 σ = 29.32 ± 4.32	34.7 ± 0.89 σ = 4.18 ± 0.63
II gr. — koniec treningu Fin de l'entraînement .	20	180.1 ± 6.24 σ = 27.90 ± 4.41	32.3 ± 1.04 σ = 4.65 ± 0.74

Zmniejszenie u osobników wyćwiczonych spoczynkowego zużycia tlenu stanowi zjawisko, towarzyszące innym zmianom w całokształcie elementów funkcji oddechowej. Wydalanie w spoczynku dwutlenku węgla, wynoszące w grupie olimpijskiej przeciętnie 173,4 cm^3 na min. (minimum 119 cm^3 i maximum 262 cm^3) w porównaniu z grupą niewyćwiczonych (I grupa), wykazujących średnio 238 cm^3 na min. (minimum 174 cm^3 i maximum 319 cm^3), odznacza się również swym niskim stanem.

Analogicznie do przedstawionego stanu wydalania CO_2, iloraz oddechowy spoczynkowy, wykazując w grupie olimpijczyków wahania od 0,743 do 0,993, wynosi średnio 0,881. U osobników niewyćwiczonych wyższy przeciętnie iloraz oddechowy — 0,917 wskazuje na większe wydalanie CO_2 w okresie odbywania treningu. Iloraz oddechowy osób kończących okres ćwiczeń ((II gruga) równa się 0,904.

Wahania ilorazu oddechowego, uzależnione głównie od wyżej przedstawionych zmian wydalania CO_2, przebiegają naogół równolegle do wielkości wentylacji płuc, która zmniejsza się w miarę osiągniętego stopnia wyćwiczenia.

Redukcja wentylacji płuc, która wydaje się być typową cechą znaczniejszych stopni usprawnienia fizycznego, wywołanego wyćwiczeniem, wytwarza się głównie na skutek zwolnienia ry-

TAB. III.

Zestawienie średnich danych przemiany oddechowej spoczynkowej w różnych grupach treningowych.

Les échanges respiratoires de repos (valeurs moyennes).

Grupa badania: Groupe:	Ilość bad. Nombre des sujets	Rytm oddech. Respirations par min	Głębok. oddech Amplitude respirat. cm^3	Wentyl. płuc Ventilation pulmon. ltr/min	Zużycie O_2 Consommation d'oxygène cm^3/min	Wydalenie CO_2 Élimination de CO_2 cm^3/min	Iloraz oddech. RQ
Grupa I Groupe	24	12 ±0.785 σ= 3.85±0.556	577 ±40.15 σ=197.08±28.45	6.5 ±0.443 σ=1.062±0.221	261 ± 6.84 σ=33.51± 4.84	238 ±7.501 σ=36.82±5.314	0.917±0.621 σ=0.103±0.015
Grupa II Groupe	20	12 ±0.597 σ= 2.60±0.421	454 ±38.85 σ=169.23±27.41	5.5 ±0.276 σ=1.204±0.195	236 ± 9.87 σ=44.11± 6.98	209 ±8.561 σ=37.29±6.040	0.904±0.019 σ=0.084±0.014
Olimp. Groupe olymp.	13	11 ±0.694 σ=2.511±0.492	431 ±29.03 σ=104.72±20.53	4.6 ±0.287 σ=1.036±0.203	196 ±12.44 σ=41.87± 8.79	173 ±12.14 σ=43.78± 8.59	0.881±0.070 σ=0.252±0.049
Kobiety I gr. Femmes	23	14 ±0.702 σ=3.366±0.496	338 ±17.57 σ= 84.24±12.42	4.5 ±0.826 σ=0.826±0.122	188 ± 6.11 σ=29.32± 4.32	163 ±5.664 σ=27.16±4.00	0.869±0.013 σ=0.064±0.009
Kobiety II gr. Femmes	20	13 ±0.782 σ=3.407±0.552	321 ±23.69 σ=103.21±16.72	4.0 ±0.195 σ=0.826±0.138	180 ± 6.24 σ=27.90± 4.41	147 ±1.830 σ=8.290±1.343	0.814±0.016 σ=0.072±0.011

tmu oddechowego, w mniejszym zaś stopniu związana jest ze zmianami głębokości oddechów. Bardziej ekonomiczna wentylacja spoczynkowa odznacza się jednocześnie większą efektywnością, co uwidacznia się w podniesieniu ilości pochłanianego na litr wentylacji tlenu. Różnice ilorazu $\frac{O_2 \text{ cm}^3}{\text{Went ltr}}$, występujące w różnych grupach ćwiczących, są uwidocznione w niżej podanem zestawieniu, w którem zwraca uwagę nadto wysoki stan wykorzystania tlenu powietrza oddechowego w II grupie kobiecej, znajdującej się w okresie końcowym 2-letnich ćwiczeń.

Celem uzupełnienia danych statycznego obrazu przemiany oddechowej omawianych grup, zastosowaliśmy, jako próbę czynnościową — ocenę zmian oddechowych, wywoływanych lekkim wysiłkiem fizycznym. Praca, wykonywana przytem, polegała na 20 głębokich przysiadach w rytmie 2-u sekundowym, nadawanym przez metronom. Zmiany okresu wypoczynkowego notowano w 5 min. po pracy.

Z różnic odczynu funkcji oddechowej na wyżej wskazany wysiłek zanotowaliśmy u olimpijczyków mniejszy, w porównaniu z osobami niewytrenowanemi, wzrost wentylacji płuc przy znaczniejszem natomiast podniesieniu ilorazu $\frac{O_2 \text{ cm}^3}{\text{Went. litr.}}$. Średnie zużycie tlenu jest u olimpijczyków również nieco mniejsze, aniżeli zużycie tlenu u osób grupy I-ej.

TAB. IV.

Współczynnik $\frac{O_2 \text{ cm}^3}{\text{Went. ltr.}}$ w spoczynku.
Le quotient $\frac{O_2 \text{ cm}^3}{\text{Went. ltr.}}$ pendant le repos.

Grupa badana: Groupe:	Liczba badanych Nombre des sujets	$\frac{O_2 \text{ cm}^3}{\text{Went. ltr.}}$
Grupa I. . . . . Groupe I	24	41 ± 1.09 σ = 5.36 ± 0.77
Grupa II . . . . Groupe II	20	43 ± 1.33 σ = 5.94 ± 0.94
Olimp. . . . . Groupe olympique	13	43 ± 1.58 σ = 5.67 ± 1.11
Kobiety na pocz. treningu . . . Femmes — Début de l'entraînem.	23	42 ± 1.01 σ = 4.86 ± 0.72
Kobiety przy końc. treningu . . Femmes — Fin de l'entraînem .	20	45 ± 1.39 σ = 6.23 ± 0.99

TAB. V.

Przemiana oddechowa podczas próby czynnościowej.

Les échanges respiratoires pendant l'epreuve fonctionnelle.

Grupa bad.: Groupe:	Spoczynek Repos					Praca (20 przypadk.) Travail					Po 5 min. wypoczynku 5 min. de repos				
	Wentylacja płuc Ventilation pulmon.	O_2 cm^3 / went. ltr.	Zużycie O_2 Consom. d'oxygène	Wydalanie CO_2 Élimin. de CO_2	CO_2 / O_2	Wentylacja płuc Ventilation pulmon.	O_2 cm^3 / went. ltr.	Zużycie O_2 Consom. d'oxygène	Wydalanie CO_2 Élimin. de CO_2	CO_2 / O_2	Wentylacja płuc Ventilation pulmon.	O_2 cm^3 / went. ltr.	Zużycie O_2 Consom. d'oxygène	Wydalanie CO_2 Élimin. de CO_2	CO_2 / O_2
I grupa I groupe	6.5	41	261	238	0.917	14.2	52	739	587	0.796	7.8	34	259	277	1.070
Olimpj. Gr. Olymp.	4.6	43	196	173	0.831	12.6	56	704	529	0.748	6.4	37	236	244	1.047

Tego rodzaju obniżenie kosztu fizjologicznego pracy, towarzyszące stanom wytrenowania, mieliśmy możność stwierdzić przy okazji innych badań, dokonanych na trenujących kolarzach (*Missiuro* i *Szulc* 1930). Stwierdziliśmy wówczas również, że najmniejsze zużycie tlenu podczas pracy cechuje jednostki najsprawniejsze. Podobnie przedstawia się sprawa z wydolnością wentylacji płuc. U jednostek mniej wytrenowanych ilość pochłoniętego tlenu na 1 litr wentylacji wzrasta przy pracy w mniejszym stopniu. W wyjątkowych przypadkach może spaść poniżej poziomu spoczynkowego. Bardziej wzmożona wentylacja płuc u jednostek mniej wyćwiczonych łączy się w tych przypadkach z niedostatecznem, przypuszczalnie, współdziałaniem funkcji krążenia. W szeregu innych czynników w wytworzeniu oszczędniejszej formy oddychania dużą rolę odgrywa u osób wytrenowanych stopień udoskonalenia koordynacji ruchowej, ograniczającej w następstwie ilość pracy nieekonomicznej. U jednostek mniej sprawnych natomiast nadmiar hiperwentylacji płuc okresu pracy jest potęgowany nadto większem zapotrzebowaniem tlenu na skutek znacznie wzmożonej pracy serca i mięśni oddechowych.

Wzrost wydalania dwutlenku węgla podczas pracy w obu obserwowanych, najbardziej pod względem wyćwiczenia różniących się grupach (Olimp. i I grupa), nie jest współmierny do

przeważającego podniesienia pochłaniania tlenu. Iloraz oddechowy zmniejsza się w następstwie pracy poniżej swej wartości wyjściowej. Zanotowane obniżenie RQ do 0,796 — 0,748 (a w jednym przypadku nawet do 0,566), po umiarkowanym wysiłku trwającym niecałą minutę (około 40 sek.), wystąpiło w naszych doświadczeniach jako zjawisko typowe, niezależne od stanu wyćwiczenia badanych. Reakcja obniżenia ilorazu oddechowego po wysiłkach krótkotrwałych, jak stwierdziliśmy i przy innych badaniach, wydaje się być regułą przy wysokim stanie ilorazu oddechowego okresu spoczynkowego.

Zmiany oddechowe, wywołane rozpatrywanym wysiłkiem fizycznym, po 5 min. wypoczynku całkowitemu wyrównaniu nie ulegają. Świadczy o tem pozostałość pewnego wzmożenia wentylacji płuc oraz przewyższający jedność iloraz oddechowy, którego wysoki stan stwierdziliśmy u osobników zarówno wytrenowanych, jak i niewytrenowanych. Podniesiony podczas pracy iloraz $\frac{O_2 \text{ cm.}^3}{\text{Wentyl. ltr.}}$ spada w okresie wypoczynkowym poniżej swej wielkości przed pracą. Zużycie tlenu po 5 min. wypoczynku u olimpijczyków nie osiągnęło jeszcze swego wyjątkowo niskiego poziomu spoczynkowego, wtenczas gdy u jednostek mniej wyćwiczonych (I grupa) wielkość zużycia tlenu po hiperfunkcji oddechowej okresu pracy ma skłonność do obniżenia poniżej wysokiego poziomu spoczynkowego.

Rozpatrywany krótkotrwały wysiłek nie ujawnia zatem zdecydowanie typowych różnic odczynu przemiany oddechowej, które mogłyby stanowić uzupełnienie kryterjów oceny energetyki, odpowiadającej stanom różnego stopnia wytrenowania. Należy sądzić, że zastosowany przy próbie czynnościowej wysiłek fizyczny pod względem swego natężenia jest zbyt słaby do wywołania w ustroju wyćwiczonym reakcji, mobilizującej nabyty drogą treningu zespół dyspozycyjnych mechanizmów czynnościowych.

Bardziej przekonywującego natomiast wyrazu charakterystycznych wpływów systematycznych ćwiczeń fizycznych dostarczają wyżej przedstawione cechy metabolizmu oddechowego stanu spoczynkowego. Wysoki poziom wydatku kalorycznego w spoczynku w okresie uprawiania ćwiczeń przez osoby niewyćwiczone skierowuje przytem uwagę w pierwszym rzędzie na możliwość niewyrównywania w okresach wypoczynkowych (dziennych)

wzrostu przemiany materji, wywołanego ćwiczeniami. Potwierdzenie przypadków trwania wzmożonej przemiany przez szereg godzin po ukończeniu pracy fizycznej (nawet do 48 — 72 godz.) znajdujemy w odnośnych spostrzeżeniach *Zuntz'a, Schumburg'a, Wissing'a, Wolf'a* i *Herxheimer'a.* Postępujący stopień wytrenowania łączy się z odpowiednio przyśpieszonym przebiegiem likwidacji pozostałości pracy, w rezultacie czego odchylenia wielkości przemiany spoczynkowej od przeciętnej normy są mniejsze. Stany wyćwiczenia łączą się z ustaleniem zarówno ekonomiki czynnościowej ustroju, jak i maksymalnej efektywności wypoczynku.

Zaobserwowane fakty zmniejszenia natężenia przemiany oddechowej spoczynkowej są regułą w następstwie postępującego stanu usprawnienia organizmu, przyczem wybitny stopień tych zmian rozwija się jako zjawisko zasadnicze u osobników dobrze wytrenowanych. W poszukiwaniu innych cech czynnościowych, towarzyszących opisanym zmianom metabolizmu, zwraca, między innemi, uwagę występowanie u jednostek lepiej wyćwiczonych wyraźnej skłonności do bradykardji. Tętno 62 na min. (przeciętnie) w pierwszej grupie zwalnia się u olimpijczyków średnio do 53 na min. Podobny rodzaj bradykardji fizjologicznej, jako sui generis wskaźnik polepszenia kondycji sportowej, opisany niejednokrotnie przez szereg autorów *(Herxheimer, Ewig, Henschen, Knoll, Missiuro),* łączy się z zespołem obserwowanych jednocześnie innych objawów, wskazujących na możliwość istnienia u osób wyćwiczonych odchylenia w normalnej izotonji układów—współczulnego i parasympatycznego w kierunku wytworzenia przeważających wpływów tego ostatniego. Świadczą o tem również poniekąd wyniki badania morfologicznego krwi, wskazujące w grupie olimpijskiej w 76,2% przypadków nieznaczną limfocytozę oraz przypadki skłonności do eozynofilji (19%), łącznie z częstem istnieniem u osób wytrenowanych dodatniego objawu *Aschner'a.* Objawy te przemawiają w swym zespole za możliwością wywoływania przez systematyczny trening fizyczny zmian regulacji układu neurowegetatywnego, które w opisywanych stanach wysokiej „formy sportowej" towarzyszą stanom maksymalnej adaptacji czynnościowej.

Osiągnięcie opisywanego stanu wytrenowania poprzedzają zmiany gospodarki wewnętrznej ustroju, przechodzącej przez przejściowe etapy stopniowego ustalenia nowego stanu korelacji

układu nerwowego autonomicznego i zespolonego z nim układu hormonalnego.

Za czynnym udziałem funkcyj dokrewno - wegetatywnych w wytwarzaniu stanu wyćwiczenia przemawiają, między innemi, przypadki zmian gruczołu tarczykowego, zanotowane u niektórych z obserwowanych przez nas osobników przy badaniu klinicznem. Uderzającym faktem okazało się przytem niejednokrotne występowanie u obserwowanych przez nas osób ćwiczących przypadków powiększenia tarczycy. Ilość przypadków bardziej wyraźnego przerostu tego gruczołu (po większej części pod postacią rozlanego obustronnego powiększenia płatów gruczołowych) okazała się większa w grupach I-ch męskiej i żeńskiej (u kobiet w 22%, u mężczyzn 12% przypadków) w porównaniu z grupami osobników kończących 2-letni okres ćwiczeń, u których przypadki bardziej wyraźnego powiększenia tarczycy stanowiło wyjątek (u kobiet 12%, u mężczyzn 3%). Obserwacja zachowania tarczycy w przebiegu rocznego okresu ćwiczebnego (I grupa męska) ustaliła wzrost przypadków skłonności do powiększenia tarczycy ku końcowi roku ćwiczeń. Ogólny wynik omawianej obserwacji klinicznej stwierdza, że zarówno w grupach męskich, jak i żeńskich, uprawianiu systematycznych ćwiczeń fizycznych towarzyszyły, między innemi, częste przypadki nieznacznego przerostu tarczycy, którego stopień był niejednokrotnie wybitniejszy na początku okresu ćwiczeń. W grupie olimpijskiej przypadki powiększenia tarczycy zanotowane nie były.

Zestawienie przypadków powiększenia tarczycy w okresie ćwiczeń z danemi metabolizmu oddechowego ustala, iż wśród tych zmian, przemawiających za postacią zwykłego wola, nie stanowiącego wyjątkowego zjawiska u młodzieży dorastającej, występują też nierzadkie przypadki większej lub mniejszej nadczynności gruczołu. W grupach męskich przemiana oddechowa spoczynkowa była w przypadkach powiększenia tarczycy albo wyraźnie wzmożona, albo też ujawniła odchylenia w kierunku powiększenia. Brak jednoczesnego objawu spadku wagi tłumaczyć należy wyrównawczym efektem podniesionej normy pożywienia, przekraczającego zapotrzebowanie. Mniej zdecydowana zależność pomiędzy stanem tarczycy a metabolizmem wystąpiła w grupach kobiecych. W kilku przypadkach powiększeniu tarczycy towarzyszył albo zdecydowany spadek wydatku kalorycz-

nego, albo też skłonność jego do obniżenia w granicach normalnych.

Podłożem szczególnie sprzyjającem dla zmian opisanych jest niewątpliwie znaczna wrażliwość i labilność jeszcze nieukształtowanych korelacyj wegetatywno-hormonalnych u młodzieży w okresie rozwojowym. Czynnik konstytucyjny, decydujący o tak częstych predyspozycjach do wytworzenia typu hipertyreoidalnego, odgrywa przytem prawdopodobnie niepoślednią rolę. *(Zondek, Bauer, Sochański)*. Przystąpienie do intensywnych regularnych ćwiczeń fizycznych, połączonych z częstem wzmożeniem zapotrzebowania tlenu oraz zjawieniem się w ustroju zwiększonej ilości produktów pracy, może stanowić bodziec do ujawnienia wspomnianego usposobienia hipertyreoidalnego. Do rzędu tych zjawisk zaliczamy zatem częste objawy u osób, rozpoczynających trening, zjawienia się lub też zwiększenia już istniejącego przerostu tarczycy, jak również objawy pewnej hipertyreozy, na co, pomimo braku objawu spadku wagi u badanych osób, wskazuje jednoczesne wzmożenie procesów metabolizmu. W paru przypadkach lekkich objawów usposobienia hipertyreoidalnego, zanotowanych przed przystąpieniem do ćwiczeń, poza podniesieniem metabolizmu w okresie ćwiczeń, zanotowaliśmy zwiększenie objawów ocznych (exophtalmus).

W genezie opisywanych wpływów treningu zastanawiają w pierwszym rzędzie możliwość oddziaływania samego wysiłku fizycznego, jako bodźca czynnościowego dla zespolonych funkcyj tarczycy i układu chromochłonnego. Zmiany regulacji czynności tarczycy mogą występować przytem w następstwie pobudzenia na drodze chemicznej metabolitami pracy, jak również poprzez wpływy pobudzanego układu współczulnego. Są to przypuszczalne zmiany typu sympatykotonicznego o znaczeniu adaptacyjnem. Związane są one z pobudzeniem czynności nadnerczy i wzmożeniem przemiany węglowodanowej oraz podniesieniem tonusu czynnościowego układu ruchowego. O ile wzrost wydajności mięśni i ciepłoprodukcji, jako następstwo tonizacji układu sympatyko-chromochłonnego, stanowi zjawisko szybko występujące i współrzędne z okresem pracy (*Cannon* 1928), o tyle wpływy nadczynności tarczycy, powstające po dłuższym okresie utajonym, mają charakter dłużej trwający. Celowy odruch dokrewno-wegetatywny o wpływach sympatykotonicznych, wspomagający funkcje animalne podczas pracy, może więc pozostawiać swe

następstwa i w okresie wypoczynkowym. Konieczność ciągłej mobilizacji tych mechanizmów pracy podczas codziennych wysiłków fizycznych powoduje prawdopodobnie większe lub mniejsze stopnie podrażnienia czynnościowego układu tarczycowo-chromochłonnego. W tego rodzaju tonizacji tarczycy należy podkreślić również współudział bodźców neurogenicznych, których nie pozbawiony jest każdy świadomy wysiłek psychofizyczny, stanowiący podłoże treningu fizycznego czy też umysłowego.

Wśród innych czynników, które mogą stać w przyczynowym związku z występującem często na początku intensywnego treningu pobudzeniem funkcji tarczycy, należy wskazać wreszcie na wpływy wysiłków, połączonych z przejściowemi stanami braków zaopatrzenia tlenowego, niepokrywającego zapotrzebowań ustroju. Na możliwość rozwoju nadczynności tarczycy, w następstwie jej niedotleniania, wskazują badania *Mansfeld'a* i *Müller'a* (1912).

Wysoki stan natężenia przemiany oddechowej u osobników, przechodzących okres intensywnych ćwiczeń, może być zatem w kilku przypadkach wytłumaczony przedstawionemi zmianami funkcji tarczycy. Niewyrównanie podczas okresów wypoczynkowych pozostałości wzrostu metabolizmu oraz interferencja tych zmian na dłuższych odcinkach czasu pozostają, przypuszczalnie, jednak główną przyczyną podniesionego poziomu przemiany oddechowej u osób niewytrenowanych (I i II grupy).

O ile zatem nawet w okresie spoczynkowym wzrost wydatku energetycznego stanowi u osób niewyćwiczonych, za małemi wyjątkami, regułę, o tyle większe lub mniejsze obniżenie przemiany spoczynkowej wydaje się być cechą przywiązaną do stanów wytrenowania. Spadek metabolizmu spoczynkowego w rezultacie treningu, zanotowany również przez *Schneider'a, Clarke'a* i *Ring'a* oraz *Schenk'a* i *Stähler'a,* odnosimy do zasadniczych przejawów stanu maksymalnej adaptacji do danego rodzaju pracy, połączonych z wytworzeniem nowego bardziej ekonomicznego poziomu procesów energetycznych całokształtu funkcyj. Przejście gospodarki ustroju na bardziej ekonomiczny przebieg procesów zachowawczych (metabolizmu endogenicznego) pozwala jednostce

wytrenowanej na zwiększenie rozpiętości rozporządzalnych rezerw energetycznych, mobilizowanych podczas pracy.

Obniżenie metabolizmu oddechowego spoczynkowego należy przyjąć za globalny przejaw, towarzyszący swoistym stanom nastawienia regulacji układu nerwo-wegetacyjnego w okresie osiągnięcia wysokiej „formy sportowej". Wynikające z wyżej przedstawionych wstępnych badań orjentacyjnych zadanie eksperymentalnego potwierdzenia hipotezy — zwiększenia ekonomiki metabolizmu podstawowego u osób wyćwiczonych — może dostarczyć jednego z kryterjów istotnej oceny efektywności ćwiczeń fizycznych, jak również uzupełni dotychczasowy dorobek w zakresie profilaktyki znużenia.

PIŚMIENNICTWO.

Bernhardt H.: Zur Frage des sogenannten „Grundumsatzes". — Klin. Wochenschr. Nr. 2. 1930.

Benedict F. G. a. Carpenter T. M.: The metabolism and energy transformations of healthy man during rest. — Carnegie Inst. Publ. Washington 1910.

Cannon W. B.: Die Notfallsfunktionen des sympathico-adrenalen Systems. — Ergebn. d. Physiol. 27. 1928.

Herbst R.: Der Gasstoffwechsel als Mass der körperlichen Leistungsfähigkeit. — Dtsch. Arch. Klin. Med. 162. 1928.

Herxheimer H.: Die Dauerwirkung harter Muskelarbeit auf Organe und Funktionen. — Hndl. d. norm. u. path. Physiol. 15/I. 1930.

Jordi A.: Untersuchungen zum Studium des Trainiertseins. — I. Mitt. Arbeitsphysiol. 7/I. 1933.

Kommerell B.: Schilddrüse und Arbeitsstoffwechsel.—Pflüg. Arch. 227. 1931.

Loevy A. u. Knoll W.: Weitere Untersuchungen über den Energieverbrauch beim Skilauf. — Zeitschr. f. Hyg. 104. 1925.

Lindhard J.: Untersuchungen über statische Muskelarbeit. — Arch. Skand. f. Physiol. 40. 1920.

Lindhard J.: Über das Minutenvolum des Herzens bei Ruhe und bei Muskelarbeit. — Pflüg. Arch. 161. 1915.

Mansfeld G. u. Muller F.: Beiträge zur Physiologie der Schilddrüse. — Pflüg. Arch. 143. 1912.

Missiuro W. i Szulc G.: Studjum przemiany oddechowej podczas intensywnej pracy. (Etudes des échanges respiratoires pendant le travail intense).— Przegl. Sport.-Lekarski N. 1, 2. 1930.

Mark R. E.: Die Nachwirkung kurzdauernder schwerer körperlicher Arbeit.— Arbeitsphysiol. 2/2. 1929.

Pütter A.: Die Auswertung zahlenmässiger Beobachtungen in der Biologie. — W. De Grueter. Berlin. 1929.

Reicher E.: O działaniu ćwiczeń cielesnych na ustrój ludzi zdrowych i chorych. — Warszawa 1932.

Steinhaus H.: Studies on the influence of physical work on the basal metabolism. Am. J. of Physiol. 76. 1921.

Steinhaus A. H. a. Jenkins T. A.: Studies in the physiologie of exercice. — Am. J. of. Physiol. 25. 1930.

Schneider E. C., Clarke R. W. a. Ring G. C.: The influence of physical training on the basal respiratory exchange, pulse rate and arterial blood pressure. — Am. J. of Physiol. 81. 1927.

Schneider E. C. a. Ring G. C.: The influence of a moderate amount of physical training on the respiratory exchange. — Am. J. of Physiol. 91. 1930.

Zuntz u. Schumburg: Physiologie des Marsches. — Hirschwald. Berlin 1901.

Jerzy Konorski i Stefan Miller

PRÓBA FIZJOLOGICZNEGO OBJAŚNIENIA NABYTEJ DZIAŁALNOŚCI RUCHOWEJ ZWIERZĄT [1]).

Ein Versuch der physiologischen Aufklärung der erworbenen motorischen Tätigkeit der Tiere.

Wpłynęło 15.VII 1933.

Die vorliegende Abhandlung hat zum Zweck, die allgemeinen Ergebnisse der von uns seit einigen Jahren geführten Untersuchungen über die physiologische Analyse des motorischen Verhaltens der Tiere darzustellen.

Die Analyse der von den Zoopsychologen und Behavioristen behandelten Phänomene des motorischen Verhaltens von Tieren einerseits, und die Präzisierung des Begriffes des bedingten Reflexes. mit dem sich die Schule Pawlow's bedient, andererseits führten uns zum Schluss, dass das motorische Verhalten der Tiere lediglich durch die Gesetze, auf denen sich die gewöhnlichen bedingten Reflexe stützen, nicht erklärt werden kann. Das motorische Gebiet der Hirnrinde, welches die höchste Instanz für den motorischen Analysator darstellt, weist bestimmte spezifische Eigenschaften auf, dank welchen die in demselben entstehenden Prozesse in der Tätigkeit anderer Teile der Hirnrinde keine Analogien finden.

Die Eigentümlichkeiten des motorischen Analysators treten dann zutage, wenn irgendeine Bewegung des Tieres (oder — exakter — der derselben entsprechende Komplex der kinestetischen Reize) als bedingter Reiz ausgebildet, d. h. - z. B. durch

---

[1]) Odczyt wygłoszony na posiedzeniu Towarzystwa Fizjologicznego imienia Sieczenowa w Leningradzie w dniu 11 kwietnia 1933 roku.

Nahrung verstärkt wird. Es ergibt sich dann, dass ausser der gewöhnlichen bedingten Reaktion, auch noch ein besonderes Phänomen auftritt, das Tier fängt nämlich an, die betreffende Bewegung ohne die Reize auszuführen, die anfänglich zur Hervorrufung derselben nötig waren. Auf diese Weise entsteht ein motorischer bedingter Reflex, dessen Reiz die Versuchungsanordnung, dessen Effekt die genannte Bewegung und dessen Verstärkungsreiz die Nahrung darstellt. Dieser Reflex ist aufs Engste mit der Verstärkung durch Nahrung verbunden und löscht aus, wenn dieselbe unterbrochen wird.

Es wurde der Einfluss verschiedener exterozeptiven Reize auf den in oben beschriebener Weise ausgebildeten motorischen bedingten Reflex untersucht. U. a. ergab es sich, dass die bedingten Reize der gewöhnlichen bedingten Nahrungsreflexe die ausgebildeten Bewegungen hemmen, die Hemmungsreize hingegen diese Bewegungen noch stärker fördern.

Weiter wurden die Bedingungen der Entstehung der motorischen bedingten Reflexe auf bestimmte „sporadische" exterozeptive Reize untersucht, wobei es sich ergab, dass die einfache Anwendung der gegebenen Bewegung gleichzeitig mit einem bestimmten Reiz und die Verstärkung dieser Kombination durch Nahrung nicht zum gewünschten Effekt führt. Um diesen zu bekommen, muss man ausser dem aus dem Reize und Bewegung zusammengesetzten Komplexe auch den betreffenden Reiz allein anwenden, ohne den letzteren durch Nahrung zu verstärken, d. h. mit anderen Worten diesen Reiz teilweise hemmen. Unsere Versuche ergaben, dass jeder Hemmungsreiz in einem bestimmten Wirkungsstadium (dem Induktionsstadium) ebenfalls die ausgebildete Bewegung hervorruft. Im Zusammenhang damit lässt sich der Mechanismus des besprochenen Reflexes aufklären.

Der beschriebene motorische bedingte Reflex, welcher durch Verstärkung durch Nahrung ausgebildet wurde, stellt die erste Gruppe der von uns untersuchten Reflexen dar, die sich insgesamt in 4 Gruppen einteilen lassen. Die Reflexen der zweiten Gruppe entstehen dann, wenn die Bewegung (bzw. die Bewegung samt dem gegebenen exterozeptiven Reiz) nicht durch Nahrung, sondern durch einen die Verteidigungsreaktion hervorrufenden Reiz (z. B. durch Säure) d. h. mit anderen Worten nicht durch einen p o s i t i v e n, sondern durch einen n e g a-

tiven Reiz verstärkt wird. In diesem Falle führt das Tier die Bewegung nicht aus, sondern geradezu es weist eine aktive Gegenwirkung auf.

Die zwei übrigen Reflexgruppen entstehen dann, wenn die Bewegung als bedingter Hemmungsreiz angewendet wird, d. h. wenn das Auftreten derselben samt dem gegebenen äusseren Reize das Wegbleiben des unbedingten Reizes nach sich zieht.

Die Einführung der oben kürzlich beschriebenen motorischen bedingten Reflexen in die Physiologie erweitert bedeutend das Gebiet der Phänomene des Verhaltens von Tieren, welche dem psychologischen Terrain entrissen vom physiologischen Standpunkt aus aufgeklärt werden können.

I.

Mamy zamiar przedstawić na tem miejscu w najogólniejszych zarysach rezultaty pracy, którą prowadziliśmy, począwszy od r. 1928, w Warszawie [2]) i którą kontynuujemy obecnie w laboratorjum I. P. Pawłowa przy Instytucie Medycyny Doświadczalnej w Leningradzie. Praca ta dotyczy analizy fizjologicznej działalności ruchowej zwierząt. Ze względu na ograniczony czas poruszymy tutaj tylko pewne zagadnienia, które zostały przez nas dokładniej zbadane i nie będziemy opisywali dokładnie przerobionych przez nas doświadczeń.

Zanim przejdziemy do omawiania otrzymanego materjału doświadczalnego, chcielibyśmy poruszyć pewne zagadnienia natury ogólnej, które skłoniły nas do opracowania tej kategorji doświadczeń, która stanowi przedmiot niniejszego odczytu.

Pierwsze zagadnienie dotyczy pojęcia odruchu warunkowego i jego znaczenia dla wyższych czynności układu nerwowego. Dla nas, uczniów I. P. Pawłowa, odruch warunkowy — to zasadnicze i prawie jedyne, jeśli można się tak wyrazić, narzędzie badania działalności kory mózgowej. Wszystkie niemal prace, prowadzone przez naszą szkołę, opierają się na metodzie odru-

---

[2]) Por. J. Konorski i S. Miller. Podstawy fizjologicznej teorji ruchów nabytych. Medycyna Doświadczalna i Społeczna T. XVI Z. 1—4. 1933 r.

chów warunkowych i my wszyscy zgadzamy się z tem, że, o ile podstawowym mechanizmem działalności niższych odcinków ośrodkowego układu nerwowego jest odruch bezwarunkowy, o tyle odruch warunkowy należy uważać za takiż mechanizm działalności kory mózgowej. Uwzględniamy oczywiście to, że zarówno odruch bezwarunkowy, jak i warunkowy, są to pojęcia znacznie uproszczone i w pewnym sensie abstrakcyjne, że układ nerwowy pracuje zawsze jako jednolita całość i że proste i schematyczne łuki odruchowe w rzeczywistości nie istnieją. Wiemy o tem dobrze, lecz wiemy również, że owo uproszczenie należy uważać za słuszne i naukowo usankcjonowane i że właśnie ono pozwala nam zorjentować się w niezwykle złożonej działalności układu nerwowego. Kwestja ta była niedawno na tem miejscu obszernie omawiana w związku z referatem prof. Anochina i możemy ją obecnie pominąć. Chcemy natomiast zająć się innem ważnem zagadnieniem, mianowicie, co należy rozumieć pod pojęciem odruchu warunkowego, co ten termin oznacza i jaki jest jego zakres.

Klasyczne określenie odruchu warunkowego, którem posługujemy się w pracach naszej szkoły, jest następujące: jeżeli jakiś bodziec obojętny występuje pewną ilość razy jednocześnie z czynnikiem, wywołującym określoną reakcję ustroju, to powstaje czasowe połączenie, dzięki któremu dany bodziec obojętny zaczyna sam przez się wywoływać powyższą reakcję. Oczywiście, nie poruszamy tutaj kwestji warunków, w jakich połączenie powyższe występuje, kwestji stosunku siły obydwu bodźców (warunkowego i bezwarunkowego) i t. d. Ważną jest dla nas tylko ogólna zasada odruchu warunkowego.

Powyższa definicja odruchu warunkowego obejmuje zarówno pokarmowe i kwasowe odruchy warunkowe, któremi stale operują pracownie Pawłowa, jak i odruchy warunkowe ruchowe typu obronnego, powstające przy wzmacnianiu danego bodźca przez prąd elektryczny oraz wogóle wszelkiego rodzaju odruchy warunkowe, które wytwarzają się przy wzmacnianiu dowolnych bodźców zapomocą jakichkolwiekbądź czynników bezwarunkowych. W ten sposób odruch warunkowy stanowi a s o c j a c j ę między ośrodkiem bodźca warunkowego i ośrodkiem odruchu bezwarunkowego (lub jego „przedstawicielstwem" w korze mózgowej), w której fala pobudzenia przebiega zawsze w jednym kierunku, mianowicie, od pierwszego z wymienionych

ośrodków do drugiego. Dzięki powyższemu mechanizmowi, bodziec warunkowy wywołuje reakcję bodźca bezwarunkowego.

Z podanej wyżej definicji odruchu warunkowego wynika, że efekt odruchu warunkowego musi być zawsze jakościowo identyczny z bezwarunkową reakcją na bodziec, wzmacniający ów odruch warunkowy. Jeżeli np. reakcją na bodziec bezwarunkowy jest, między innemi, wydzielanie się śliny, to na tem również będzie polegał efekt odruchu warunkowego; jeżeli reakcją bezwarunkową będzie podniesienie nogi na prąd elektryczny — taką również będzie reakcja na bodziec warunkowy. Oczywiście, reakcja warunkowa niezawsze jest całkowitem odtworzeniem reakcji bezwarunkowej i pod względem ilościowym najczęściej jej ustępuje, lecz zasadniczo, w skład odruchu warunkowego wchodzą zawsze tylko te elementy, które są założone w łuku odruchu bezwarunkowego.

Powstaje obecnie bardzo ważne i istotne zagadnienie: czy określony wyżej, jeżeli można się tak wyrazić, „sygnalizacyjny" odruch warunkowy jest jedynym mechanizmem całej wyższej czynności układu nerwowego?

I. P. Pawłow w swoich „Wykładach o Pracy Półkul Mózgowych" na str. 32 pisze: „W ten sposób, jednocześnie ze zjawiskiem odruchu warunkowego, ogromna część wyższej czynności układu nerwowego, a możliwe, że i cała ta czynność, przechodzi do rąk fizjologa". Lecz jak należy tutaj rozumieć pojęcie odruchu warunkowego? W podanem wyżej wąskiem znaczeniu, które używane jest stale w pracach szkoły Pawłowa, czy też w jakimś sensie bardziej szerokim?

Z ustnych wyjaśnień I. P. Pawłowa łatwo wywnioskować, że odruch warunkowy *można* rozumieć szerzej i że pod tem pojęciem rozumie on właściwie *każdą* nabytą assocjację, która powstaje dzięki działalności kory mózgowej. Jeżeli stosować pojęcie odruchu warunkowego w takiem najszerszem znaczeniu, to nie ulega żadnej wątpliwości, że cała wyższa działalność nerwowa zwierząt może być sprowadzona do warunkowo-odruchowych czynności; bowiem każde nabyte w ciągu życia zachowanie się zwierzęcia zależy przecież od czynności jego kory mózgowej, to jest, od tworzących się w niej czasowych połączeń.

Lecz to bynajmniej nie rozwiązuje postawionego wyżej zagadnienia. Albowiem my, fizjolodzy, uczniowie I. P. Pawłowa, znamy dotychczas tylko jeden typ czasowych połączeń, miano-

wicie połączenie, powstające między ośrodkami odruchów warunkowego i bezwarunkowego, polegające na tem, że fala pobudzenia od ośrodka słabszego podrażnienia dąży do ośrodka pobudzonego silniej. Połączenie powyższe zostało dokładnie zbadane i przedstawia się dla nas mniej lub więcej zrozumiale. Natomiast o innych assocjacjach nie wiemy prawie nic, oprócz tych niejasnych danych, których nam dostarcza o nich psychologja. Tak więc, postawione zagadnienie pozostaje w dalszym ciągu nierozwiązane i sprowadza się do tego, czy połączenie charakterystyczne dla zwykłego „sygnalizacyjnego" odruchu warunkowego wyczerpuje całkowicie działalność kory mózgowej zwierząt, czy też można utworzyć oprócz powyższego i inne połączenia czasowe, oparte na jakichś innych, nieznanych nam bliżej, zasadach?

Jeżeli uwzględnimy jedynie taki odruch warunkowy, jakim stale operujemy, to ogólny schemat wyższej czynności układu nerwowego będziemy musieli wyobrażać sobie mniej więcej w sposób następujący:

Zasadniczą podstawą i fundamentem całej działalności układu nerwowego są stosunkowo nieliczne odruchy bezwarunkowe, t. zn. wrodzone zdolności zwierzęcia od najprostszych do najbardziej złożonych, jakiemi są instynkty, emocje i t. d. Nad temi zasadniczemi funkcjami układu nerwowego nadbudowę stanowią funkcje, zależne od kory, t. j. odruchy warunkowe, które polegają na tem, że niezmiernie liczne bodźce obojętne zostają powiązane z czynnościami bezwarunkowemi i sygnalizują ich pojawienie się. I właśnie w tem znaczeniu kora mózgowa przedstawia, według słów Pawłowa, „tablicę sygnalizacyjną", której rozmaite punkty są związane dodatnio albo ujemnie z różnemi odruchami bezwarunkowemi.

Zasadnicza cecha przedstawionego wyżej schematu działalności kory mózgowej polega na tem, że zmienną, plastyczną i, jeżeli można się tak wyrazić, „twórczą" jest jedynie czynność dośrodkowa centralnego układu nerwowego, podczas gdy jego czynność odśrodkowa pozostaje zawsze nieelastyczną, sztywną i powtarza tylko to, co jest założone w łukach odruchów bezwarunkowych. Prawda, że na zasadzie powyższego schematu i opierając się wyłącznie na prostym odruchu warunkowym, stworzono wspaniałą naukę o wyższych czynnościach układu nerwowego; szkoła Pawłowa, posiłkując się jedynie tym odruchem, potrafiła wyjaśnić nietylko istotę fizjologiczną snu oraz nerwic

doświadczalnych, lecz również w ostatnich czasach zrozumiała ona takie zjawiska, jak natręctwa i stereotypje, jak główne objawy histerji i reakcje ultraparadoksalne w schizofrenji. Ale z drugiej strony, jeżeli z całym bagażem naszych dotychczasowych wiadomości będziemy chcieli podejść do zwykłego, codziennego zachowania się zwierząt, do ich złożonej i bogatej d z i a ł a l n o ś c i r u c h o w e j, nabytej w ciągu życia indywidualnego, to okaże się, że schemat czynności korowej, który przytoczyliśmy, nie jest wystarczający i że powstaje w naszych wiadomościach luka, która nie da się niczem wypełnić.

W ten sposób, przechodzimy do drugiego ważnego zagadnienia o charakterze ogólnym, które pragniemy dzisiaj poruszyć, mianowicie, do zagadnienia, dotyczącego ruchowej działalności zwierząt.

W swych pracach doświadczalnych szkoła nasza niemal że nie zajmowała się ruchową działalnością zwierząt. Zazwyczaj notujemy jedynie na marginesie te proste reakcje ruchowe, które występują w doświadczeniach, przeważnie zaś zwracamy uwagę na odruch ślinowy, uważając — i to zupełnie słusznie — że przy badaniu czynności analitycznej kory mózgowej może on nam dać znacznie więcej. Jeżeli zaś chodzi wogóle o działalność ruchową zwierząt, to panuje przeświadczenie, że konstrukcja jej jest ta sama, co znanych nam odruchów warunkowych i, jako przykład powyższego twierdzenia, przytacza się zazwyczaj odruch warunkowy typu obronnego, który powstaje przez wzmacnianie bodźca zewnętrznego zapomocą drażnienia stopy psa prądem elektrycznym. Lecz wydaje się rzeczą nader wątpliwą, czy rzeczywiście owa prymitywna reakcja ruchowa, chociaż i warunkowa, jest prototypem całej nabytej działalności ruchowej zwierząt i czy można, opierając się jedynie na niej i na podobnych do niej reakcjach, wytłomaczyć całkowicie zachowanie się organizmów wyższych.

Z drugiej strony, jak wiadomo, posiadamy dość bogaty i różnorodny materjał doświadczalny, dotyczący ruchowego zachowania się zwierząt, zebrany przez zoopsychologów i bihewjorystów. Zajmują się oni właśnie badaniem t. zw. nawyków, t. j. nabytych form i zespołów ruchowej działalności organizmów. Nagromadzone przez nich dane doświadczalne wymagają fizjologicznego opracowania, które dotychczas właściwie nie istniało. Mimo sympatji i szacunku, którym wzajemnie się da-

rzą fizjolodzy i bihewjoryści, między przedmiotem badań jednych i drugich dotychczas jeszcze istnieje przepaść. Przerzucenie przez nią pomostu winno być jednem z ważniejszych zadań fizjologów.

Były coprawda przedsiębrane próby w tym kierunku, lecz pozostały one bez skutku. Jedna z tych koncepcyj, ignorując różnice, zachodzące między ruchowemi nawykami, któremi operują bihewjoryści, a zwykłemi odruchami warunkowemi, całkowicie utożsamia obydwie te grupy zjawisk. Przypuszczenie takie jest zgruntu fałszywe. W dalszym ciągu wykażemy, jakie cechy specyficzne posiadają ruchowe nawyki i czem różnią się one od zwykłych odruchów warunkowych.

Druga próba usunięcia owej przepaści między fizjologją odruchów warunkowych i bihewjoryzmem polega na przypuszczeniu, że nabyta działalność ruchowa zwierząt jest identyczna z odruchami warunkowemi *wyższych rzędów*. Koncepcja ta była już w swoim czasie dostatecznie zdyskredytowana, to też obecnie możemy ją całkowicie pominąć i, uważając ją za obaloną, nie zajmować się jej krytyką.

Jeśli weźmiemy pod uwagę doświadczenia zoopsychologów i bihewjorystów, lub też fakty, znane nam ze zwykłej tresury, to z łatwością spostrzeżemy, że większość tych faktów opiera się na jednych i tych samych, dość prostych zasadach ogólnych. Schemat owych doświadczeń jest następujący: zwierzę powinno wypełnić określone „zadanie" — przejść przez labirynt, otworzyć skrzynkę doświadczalną, podnieść łapę i t. d., czyli inaczej, wykonać jakiś szereg ruchów. Jeżeli wypełni zadanie powyższe — zostaje nagrodzone, to jest, otrzymuje pokarm. Jak wiadomo, po kilku takich próbach „uczy się" ono wykonywać odpowiednią czynność, np. przechodzi bez błędu przez labirynt, odrazu otwiera skrzynkę, podnosi na rozkaz łapę i t. d. W innych wypadkach, po danej czynności następuje jakiś bodziec „nieprzyjemny", np. uderzenie, i wówczas zwierzę „uczy się" powstrzymywać od jej wykonania.

Przetłomaczmy fakty te na nasz ścisły język fizjologiczny.

Zwierzę wykonywa jakiś prosty lub złożony ruch dzięki temu, że bądź my je do wykonania tego ruchu zmuszamy (np. podnosimy mu łapę, drażnimy ją prądem i t. d.), bądź też zostaje on spełniony „przypadkowo", t. j. pod wpływem nieznanych nam impulsów. Ruch ten za każdym razem jest wzmacnia-

ny przez pokarm. Na zasadzie ogólnych praw tworzenia się połączeń czasowych, w szczególności zaś, na zasadzie doświadczeń Krasnogorskiego, dotyczących analizatora ruchowego, możemy z łatwością przewidzieć, że dany ruch, jako bodziec proprioceptywny, stanie się pokarmowym bodźcem warunkowym i będzie wywoływał sam przez się reakcję pokarmową. Lecz prócz tego, wystąpi tutaj i inne zjawisko, które na podstawie ogólnych praw odruchów warunkowych nie daje się przewidzieć: zwierzę zacznie wykonywać dany ruch samodzielnie, czynnie, t. j. bez potrzeby zastosowania tych bodźców, które były przedtem konieczne do jego powstania. Ruch ten będzie się pojawiał jedynie dlatego, że po nim następuje wzmocnienie przez pokarm.

Weźmy drugi wypadek, gdy danemu ruchowi towarzyszy bodziec bezwarunkowy, ujemny dla zwierzęcia. I tutaj ruch staje się bodźcem warunkowym, lecz prócz tego zwierzę zaczyna po pewnym czasie unikać tego ruchu lub też, przy działaniu czynników, które go normalnie wywołują, aktywnie mu się przeciwstawia.

Tak więc, okazuje się, że występujące w obu tych przypadkach zjawisko składa się z dwuch elementów: z jednej strony, na zasadzie znanych nam ogólnych praw, wytwarza się na dany ruch, jako na bodziec proprioceptywny, pokarmowy lub też obronny odruch warunkowy, i z drugiej strony, występuje tu również zjawisko dodatkowe, oparte na specjalnych właściwościach analizatora ruchowego: zwierzę zaczyna bądź wykonywać czynnie dany ruch, bądź też czynnie mu się przeciwstawiać.

Jedna strona opisanego przez nas zjawiska, t. j. fakt, że bodźce proprioceptywne ruchów, podobnie do wszelkich innych *bodźców*, mogą zostać powiązane z jakąś czynnością zwierzęcia i stać się jej sygnałami, jest już w dostatecznej mierze zbadaną i opracowaną. Znamy prawa powstawania takiego odruchu warunkowego, prawa jego istnienia i hamowania. Lecz druga strona opisanego zjawiska, polegająca na tem, że zwierzę bierze *czynny* udział w danej sytuacji, wykonywując ruch, który jest środkiem dla otrzymania pożywienia, lub unikając ruchu, który jest sygnałem czynników szkodliwych, nie była dotychczas poddana ścisłej analizie fizjologicznej. A właśnie fakt powyższy stanowi podstawowe zjawisko nabytej ruchowej działalności zwierząt.

Postawiliśmy sobie za zadanie przenieść powyższą dziedzi-

nę zjawisk na płaszczyznę badań fizjologicznych i rozpocząć systematyczne jej opracowanie, wychodząc z zasad ogólnych, których nas nauczył I. P. Pawłow i posługując się metodami, które dał on nam do ręki. W ten sposób przechodzimy do drugiej części referatu, w którym chcielibyśmy przedstawić pewne wyniki, otrzymane przez nas na tej drodze.

II.

To, co powiedzieliśmy wyżej, wskazuje nam, jak należy skonstruować najprostsze doświadczenia, któreby ilustrowały elementarne zjawiska ruchowej działalności zwierząt. Należy zmuszać psa do wykonywania jakiegokolwiek ruchu, wzmacniać ten ruch przez pokarm lub przez bodziec, wywołujący reakcję obronną, i następnie badać nietylko zwykły odruch warunkowy, który wówczas powstaje, lecz również i losy samego ruchu. Na zasadzie przytoczonych wyżej danych, powinniśmy oczekiwać, że zwierzę bądź nauczy się samodzielnie ruch powyższy wykonywać, bądź też zacznie mu się czynnie przeciwstawiać.

Z początku należało rozstrzygnąć szereg zagadnień natury technicznej:

1) Jaki wybrać ruch?

Wypróbowaliśmy ruchy rozmaite: szczekanie, ruch wstawania, podnoszenie łap i t. d. Najlepszy okazał się ten ostatni ruch, ponieważ jest prosty, z łatwością daje się wywoływać i można go ściśle zapisywać na kimografjonie.

2) W jaki sposób wywoływać dany ruch?

Z początku używaliśmy w tym celu słabego prądu elektrycznego, lecz wówczas niepożądaną komplikację stanowiła pojawiająca się bezwarunkowa reakcja obronna. Z tego też powodu, w dalszych naszych doświadczeniach wywoływaliśmy pożądany ruch nogi, podnosząc ją biernie przy pomocy specjalnie skonstruowanego przyrządu.

3) Wreszcie, kwestja wzmacniającego bodźca bezwarunkowego.

W jednych doświadczeniach stosowane było wzmacnianie przez pokarm, w tych zaś, gdzie należało użyć bodźca, wywołującego reakcję obronną, stosowaliśmy wdmuchiwanie psu do ucha strumienia powietrza lub też wlewanie do pyska kwasu.

W niniejszym referacie zatrzymamy się przeważnie na tej

grupie badanych przez nas zjawisk, w których jako bodziec wzmacniający występuje pokarm.

Najprostsze doświadczenie przedstawia się w zasadzie (jeżeli pominąć szczegóły i modyfikacje), jak następuje.

Przy pomocy specjalnego urządzenia, co parę minut, podnosimy psu łapę i każde podniesienie wzmacniamy przez pokarm. Po pewnej ilości takich skojarzeń (ilość ta zależy od tego, jaką podnosimy nogę, z jakim psem mamy do czynienia i t. d.), można zauważyć, że pies zaczyna podnosić łapę samodzielnie, czynnie, bez naszej pomocy. Otrzymane w ten sposób, czynne ruchy psa wzmacniamy przez pokarm, podobnie, jak to czyniliśmy dotychczas z ruchami biernemi, dzięki czemu utrwalają się one coraz bardziej. Wkońcu podnoszenie łapy przez eksperymentatora staje się zbyteczne, ponieważ pies zaczyna sam wykonywać ów ruch, skoro tylko znajdzie się na stojaku. Po każdym ruchu następuje podanie pokarmu, pies zjada podsuniętą mu porcję, poczem, natychmiast, znowu podnosi nogę i t. d.

W ten sposób otrzymaliśmy wynik, który stanowi jedną z podstawowych zasad ruchowego zachowania się zwierząt; wynik ten możemy sformułować, jak następuje: jeżeli jakimkolwiekbądź sposobem (odruchowo, przy pomocy ruchów biernych, lub korzystając z ruchów „przypadkowych” i t. d.) wywoływać u zwierzęcia jakiś ruch i wzmacniać go przez pokarm, to, po pewnej ilości takich skojarzeń, zwierzę zaczyna wykonywać ów ruch czynnie, bez pomocy tych bodźców, które go przedtem wywoływały. Zadanie nasze powinno się obecnie sprowadzić do tego, ażeby ten podstawowy fakt zanalizować, zbadać jego właściwości, a co ważniejsze, jego mechanizm korowy.

Przedewszystkiem należy określić, czem są wytworzone przez nas czynne ruchy?

Oczywiście my, fizjolodzy, nie wątpimy, że ich samodzielność jest tylko pozorną i że są one ściśle uzależnione od zewnętrznych oraz wewnętrznych warunków organizmu, innemi słowy, że ruchy te są efektem działalności odruchowej. Wynika stąd, że muszą istnieć bodźce, które je wywołują. Aby odszukać te bodźce, musimy wziąć pod uwagę to, że pies, u którego wytworzono czynne ruchy, niczem tych ruchów nie zdradza w warunkach poza doświadczeniem (t. j. gdy znajduje się w psiarni, na podłodze kamery i t. d.), lecz wystarczy tylko po-

stawić go na stojaku, nałożyć mu rzemienie i przyrząd do podnoszenia łapy, t. j. stworzyć warunki, w których wyrabialiśmy u niego czynne ruchy, i natychmiast zaczynają się one pojawiać. Pies podnosi nogę dopóty, dopóki zachowane są warunki doświadczenia i przerywa tę czynność, gdy się go zdejmie ze stojaka. To nam dowodzi, że bodźcem, wywołującym czynne ruchy, są *okoliczności trwałe doświadczenia*, w których zostały one wyrobione. Musimy więc uznać, że otrzymane przez nas ruchy stanowią efekt ruchowego odruchu warunkowego, którego bodźcem są okoliczności trwałe doświadczenia, zaś czynnikiem wzmacniającym — pokarm.

Następne zagadnienie, jakiem zajęliśmy się, było następujące:

Na zasadzie ogólnych praw wytwarzania się odruchów warunkowych, a w szczególności na zasadzie doświadczeń Krasnogorskiego wiemy, że, jeżeli jakikolwiek ruch bierny wzmacniamy przez pokarm, to na ruch ów, a ściślej na sumę bodźców kinestetycznych, powstających przy jego wykonaniu, wytwarza się pokarmowy odruch warunkowy, którego efektem jest m. i. wydzielanie się śliny, zwrócenie się psa w kierunku pokarmu i t. d. Z drugiej strony, dopiero co przekonaliśmy się, że przy wzmacnianiu biernych ruchów przez pokarm przekształcają się one w ruchy czynne. Otóż powstaje pytanie, jaka jest zależność między dwoma powyższemi efektami? Czy zachodzi między niemi jakiś związek, a jeżeli tak, to jaki?

Wykonaliśmy szereg doświadczeń, mających na celu rozstrzygnięcie tej kwestji. Przytaczać ich tu nie będziemy. Zaznaczymy tylko, że doświadczenia te wykazały nam istnienie ścisłej zależności pomiędzy powstawaniem ruchów czynnych i wytwarzaniem się ślinowego odruchu warunkowego. Polega ona na jednoczesności powstawania obu reakcyj: ruch pojawia się w formie czynnej, gdy tylko wytworzy się ślinowy odruch warunkowy na kompleks bodźców kinestetycznych, powstających przy tym ruchu.

Wyrażając się obrazowo, moglibyśmy powiedzieć, że, gdy tylko dany ruch stał się sygnałem dla pokarmu, zwierzę przez wykonywanie tego ruchu zaczyna jakgdyby samo sobie ów sygnał stosować.

Widzimy więc, że przy wzmacnianiu przez pokarm proprioceptywnych bodźców, powstających przy danym ruchu,

z jednej strony powstaje odruch warunkowy, polegający na tem, że stosowany ruch wywołuje wydzielanie się śliny (i inne składniki reakcji pokarmowej), z drugiej zaś strony pojawia się *ruchowy* odruch warunkowy, w którym okoliczności danego doświadczenia wywołują ruch.

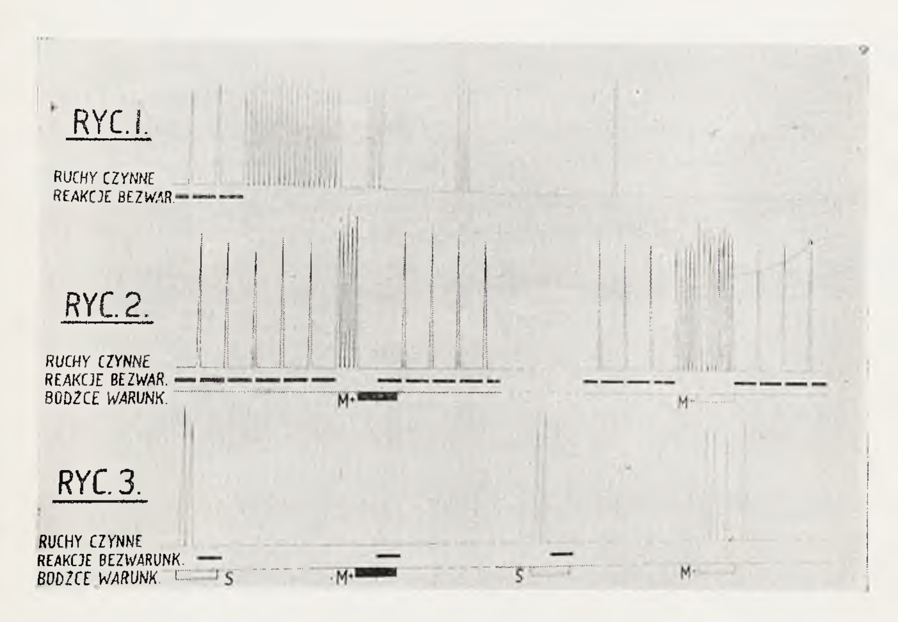
Pierwszy z dwuch wymienionych odruchów powstaje na zasadzie ogólnych praw tworzenia się czasowych połączeń; efekt jego jest identyczny z efektem odruchu wzmacniającego. Drugi odruch, polegający na tem, że zwierzę w danych okolicznościach czynnie wykonywa ruch, będący pokarmowym bodźcem warunkowym, nie podpada pod opisany wyżej, ogólny schemat i stanowi specjalną właściwość analizatora ruchowego. Cecha charakterystyczna, różniąca go od zwykłych odruchów warunkowych, polega na tem, że efektem jego jest nowa reakcja, nie wchodząca w skład reakcji bezwarunkowej na bodziec wzmacniający.

Przekonaliśmy się, że pojawienie się czynnych podniesień łapy jest ściśle uzależnione od wzmacniania przez pokarm. Łatwo przewidzieć, że i dalsze losy tych ruchów zależą od pokarmu, t. j., jeżeli zacząć gasić odruch warunkowy na kinestetyczne bodźce ruchu podnoszenia łapy, to i czynne ruchy wówczas wygasną. Na rys. 1 tabl. I przedstawiony jest schematyczny wykres przebiegu wygasania. Widzimy, że natychmiast po zaprzestaniu podawania pokarmu, podniesienia nogi stają się bardzo częste i pojawiają się bezpośrednio jedno za drugiem. Tłomaczy się to tem, że bodziec bezwarunkowy, t. j. akt jedzenia, hamuje czynne podniesienia łapy (p. n.), a więc, jeżeli czynnik ten usuniemy, ruchy te będą się pojawiać z maksymalną częstością. Lecz z drugiej strony, wskutek niewzmacniania przez pokarm, muszą one koniec końcem wygasnąć, co, jak widzimy na rysunku, rzeczywiście zachodzi. Co się tyczy reakcji ślinowej, to, jak wynika z doświadczeń, które wykonaliśmy, wygasa ona wcześniej, niż czynne ruchy (możliwe, że zależy to od typu psa, warunków doświadczenia i t. d., zagadnienie to należałoby zbadać specjalnie).

Następnie zajęliśmy się zagadnieniem, jaki wpływ na wytworzone przez nas czynne ruchy wywierają różne bodźce eksteroceptywne: bezwarunkowe, obojętne, warunkowe i t. d.

Co się tyczy bodźca bezwarunkowego, jakim jest pokarm, to, jak wyżej wspomnieliśmy, hamuje on całkowicie czynne ru-

chy: podczas jedzenia pies nigdy łapy nie podnosi i wykonywa ten ruch dopiero wówczas, gdy miska z pokarmem jest pusta. Jeżeli porcje pokarmu powiększyć, czas trwania jedzenia jest dłuższy i pies rzadziej podnosi nogę; naodwrót, gdy przez kilka sekund pokarmu nie podawać, częstość podniesień zwiększa się ad maximum.



Wpływ pokarmu na czynne ruchy objaśnia się tem, że podczas działania bodźca bezwarunkowego proces pobudzenia jest, jak wiadomo, silnie skoncentrowany i wywołuje indukcję ujemną w pozostałych częściach kory.

Podobne działanie, jak pokarm, na podnoszenie nogi wywierają silne bodźce zewnętrzne, wywołujące reakcję orjentacyjną. Np. mocny dzwonek, umieszczony tuż nad uchem psa, zastosowany poraz pierwszy, wywołał całkowite zahamowanie czynnych ruchów. Gdy bodziec ten zastosowano jeszcze parę razy, reakcja orjentacyjna wygasła i jednocześnie ustał wpływ tego bodźca na omawiane ruchy.

Najważniejsze zadanie polegało na zbadaniu, jakie działanie wywierają na czynne ruchy: pokarmowy bodziec warunkowy i hamulec wewnętrzny, a to z tego względu, że doświadcze-

nie to rozwiązuje bezpośrednio zagadnienie stanu koncentracji wzgl. promieniowania procesu pobudzenia i hamowania podczas działania odpowiedniego bodźca. Dlatego też, zarówno dawniej, w roku 1929 w Warszawie, jak i obecnie, wykonaliśmy szereg doświadczeń w celu dokładnego zbadania powyższej kwestji. Ponieważ we wszystkich tych doświadczeniach rezultaty otrzymane były jednoznaczne, przytoczymy dla przykładu jedno z nich.

Doświadczenie wykonano na psie „Żurka", u którego m. i. wytworzone były: pokarmowy odruch warunkowy na metronom 120 uderzeń na 1', oraz hamulec różniczkowy na metronom 60 uderzeń na 1'. Następnie, u psa tego wytworzono ruchowy odruch warunkowy, polegający na tem, że pies w okolicznościach doświadczenia podnosił prawą tylną kończynę i po każdym takim ruchu otrzymywał pokarm.

Celem naszym było zbadanie wpływu obydwu metronomów na występujące w ciągu całego doświadczenia czynne ruchy.

Powstała tutaj jednak pewna trudność techniczna. W jakiej chwili zastosować powyższe bodźce eksteroceptywne? Podczas jedzenia stosować ich nie można, gdyż kora znajduje się wówczas w stanie zahamowania i nie moglibyśmy otrzymać żadnego rezultatu. Gdy tylko pies kończy jedzenie, to natychmiast podnosi łapę i znowu otrzymuje pokarm. Dlatego też, ażeby otrzymać wyraźny rezultat, postępowaliśmy w ten sposób, że przez parę sekund pokarmu nie dawaliśmy i, gdy pies podnosił łapę raz za razem, stosowaliśmy metronom dodatni, lub też ujemny. Wyniki były następujące: bodziec warunkowy wywoływał zwykłą swoją reakcję pokarmową zarówno ślinową, jak i ruchową (pies zwracał się w kierunku miski) i jednocześnie hamował całkowicie czynne ruchy podnoszenia nogi. Natomiast hamulec różniczkowy, powodując hamowanie wydzielania się śliny, bądź nie wpływał zupełnie na wykonywane z maksymalną częstością ruchy, bądź też je nawet przyśpieszał i potęgował.

Tak więc okazuje się, że warunkowy bodziec pokarmowy działa w ten sam sposób, co i bodziec bezwarunkowy, t. j. podczas swego działania wywołuje w korze mózgowej koncentrację pobudzenia i ujemną indukcję w pozostałych jej częściach. Naodwrót, hamulec wewnętrzny wywołuje podczas swego działania

koncentrację hamowania, co pociąga za sobą indukcję dodatnią w pozostałych częściach kory, a w szczególności w analizatorze ruchowym.

Na tem zakończymy pierwszą część niniejszego referatu, w której mówiliśmy o ruchowym odruchu warunkowym, wytworzonym na okoliczności trwałe doświadczenia. Chcielibyśmy podkreślić dwa zasadnicze, otrzymane przez nas, prawa, któremi w dalszym ciągu będziemy się posługiwali.

Prawo I polega na tem, że, jeżeli w okolicznościach doświadczenia dany ruch jest wzmacniany przez pokarm, to zwierzę zaczyna wykonywać ów ruch czynnie (t. j. wytwarza się na okoliczności doświadczenia ruchowy odruch warunkowy) i następnie, że odruch ten wygasa, gdy przestajemy go wzmacniać.

Prawo II polega na tem, że bodźce warunkowe hamują czynne ruchy, zaś hamulce wewnętrzne jeszcze bardziej je potęgują.

III.

Obecnie przechodzimy do następnej grupy doświadczeń, w których ruchowy odruch warunkowy był wytwarzany nie tak, jak poprzednio, na okoliczności trwałe doświadczenia, ale na bodźce w wąskiem znaczeniu tego słowa — sporadyczne, takie, jakie stosuje się w zwykłych doświadczeniach z odruchami warunkowemi.

Oczywiście najprostszy sposób wytworzenia takiego odruchu polega na tem, że wytwarzamy najpierw odruch na okoliczności trwałe, a następne różnicujemy go do okresu działania danego bodźca zewnętrznego, mianowicie, wzmacniamy przez pokarm te ruchy czynne, które występują podczas tego bodźca i pozostawiamy bez wzmocnienia ruchy, pojawiające się w przerwach. Jak wynika z odpowiednich doświadczeń, w ten sposób bardzo łatwo udaje się wytworzyć ruchowy odruch warunkowy na dany bodziec, stosowany sporadycznie.

Lecz jest rzeczą ważną, aby doprowadzić do wytworzenia się omawianego odruchu warunkowego na innej drodze, mianowicie, przez stosowanie od samego początku danego bodźca zewnętrznego jednocześnie z określonym biernym ruchem i przez wzmacnianie za każdym razem tego zespołu przy pomocy pokarmu.

Na pierwszy rzut oka wydaje się, że w wypadku tym ruchowy odruch warunkowy powinien się wytworzyć odrazu na zastosowany bodziec zewnętrzny, t. j., że, gdy zespół, złożony z tego bodźca i biernego ruchu, stanie się pokarmowym bodźcem warunkowym, wówczas oba elementy tego zespołu jakoś się ze sobą powiążą, wskutek czego, dany bodziec zacznie samodzielnie wywoływać wymieniony ruch. Napozór przecież, w ten właśnie sposób przebiega owo popularne „doświadczenie" uczenia psa podawania łapy, w którem na dźwięk słów „daj łapę" podnosimy psu przednią kończynę i następnie dajemy mu pokarm.

Jednak wyniki, otrzymane w ścisłych doświadczeniach, przeczą tym intuicyjnym przypuszczeniom i wykazują, że powyższe zjawisko powstaje zupełnie inaczej, niż można było oczekiwać i, że nie mamy tutaj do czynienia ze zwykłem powiązaniem ze sobą poszczególnych elementów zespołu. Ze względu na to, że omawiane zagadnienie jest ważne i posiada duże znaczenie dla zrozumienia mechanizmu ruchowych odruchów warunkowych, musimy poświęcić mu nieco uwagi i rozpatrzyć je bardziej szczegółowo.

Weźmy pod uwagę serję doświadczeń, wykonaną przez nas w początku 1932 r. na psie „Czarny". Jako bodziec zewnętrzny, zastosowany był dźwięk bulgotania, którego izolowane działanie trwało 15"; w 10-ej sekundzie działania tego bodźca podnoszono psu, przy pomocy specjalnego urządzenia, prawą przednią łapę, w 15-ej sek. łapę opuszczano i podawano psu pokarm. Powyższe skojarzenia stosowano co 5 minut.

Jak było do przewidzenia, już po kilku skojarzeniach, na bodziec zespołowy, jakim jest bulgotanie wraz z biernem podniesieniem łapy, zaczął wytwarzać się pokarmowy odruch warunkowy. Po pewnym czasie można było zauważyć, że pies, który dotychczas stał spokojnie na stojaku, w przerwach między stosowanymi bodźcami zaczyna samodzielnie podnosić łapę. W ciągu dni następnych podniesienia te występują coraz częściej i niekiedy zdarza się, że pies w ciągu całej przerwy raz za razem wykonywa ten ruch. Jednocześnie utrwala się ślinowy odruch warunkowy na bulgotanie. Lecz mimo to, nietylko nie otrzymujemy oczekiwanego wyniku, polegającego na tem, że pies na dźwięk bulgotania ma wykonywać ruch podnoszenia ła-

py, ale wręcz przeciwnie: pies, który niekiedy podczas całej przerwy między stosowanymi bodźcami wciąż podnosi łapę, gdy tylko rozlega się dźwięk bodźca, natychmiast uspakaja się i przybiera pozycję wyczekującą, wyciągając łeb w kierunku miski.

Powyższy przebieg doświadczenia był dla nas zpoczątku zupełnie nieoczekiwany i, rzeczywiście, na pierwsze wejrzenie wydaje się on paradoksalny: stosujemy bulgotanie wraz z biernemi podniesieniami łapy i wzmacniamy ten zespół przez pokarm; oczekujemy, że, gdy tylko oba składniki zespołu zostaną powiązane z pokarmem, zwiążą się one również ze sobą. Istotnie, zarówno bulgotanie, jak i bierne podniesienia łapy stają się wkrótce pokarmowemi bodźcami warunkowemi; natomiast druga część oczekiwanego rezultatu nie sprawdza się, bowiem nie można zauważyć nawet najmniejszej tendencji do powiązania się bulgotania ze stosowanym ruchem.

Dzisiaj wynik powyższy jest zupełnie dla nas zrozumiały: jest on poprostu następstwem tych praw, które wyprowadziliśmy powyżej.

Musimy rozpatrywać całe zjawisko w ten sposób, jakgdyby każdy ze składników zespołu występował samodzielnie, niezależnie jeden od drugiego. Wówczas łatwo zorjentujemy się, że z jednej strony, ponieważ bierne podniesienie nogi staje się bodźcem warunkowym, przeto, na zasadzie prawa I, wytwarza się ruchowy odruch warunkowy na okoliczności trwałe doświadczenia; z drugiej jednak strony, bulgotanie również staje się pokarmowym bodźcem warunkowym, wywołującym reakcję ślinową, dzięki czemu, jak to wynika z prawa II, hamuje ono czynne ruchy, wytworzone na okoliczności doświadczenia.

W ciągu następnych dni położenie w zasadzie nie zmienia się, jedynie pojawiające się w przerwach ruchy czynne stają się mniej częste. Fakt ten tłomaczy się tem, że ruchy te, nie będąc wzmacniane przez pokarm, odróżnicowują się od ruchów biernych, które, stosowane zawsze z bulgotaniem, ulegają stale wzmocnieniu. Oczywiście, pogarsza to jeszcze bardziej sytuację i zmniejsza nadzieję na wytworzenie się w końcu wyrabianego odruchu.

Na szósty dzień doświadczeń zmieniamy stosowaną dotychczas taktykę, mianowicie, wychodząc z przesłanek, o których mowa niżej, zaczynamy stosować od czasu do czasu samo

bulgotanie *bez* podniesienia nogi i *bez* wzmacniania; innemi słowy, przeciwstawiamy, jakgdyby, wzmacnianym przez pokarm zespołom, składającym się z bulgotania i ruchu, samo bulgotanie. Sposób ten nader szybko doprowadza nas do pożądanego celu. Już w pierwszem doświadczeniu, w którem został on zastosowany, pies zaczyna samodzielnie podnosić łapę *na bulgotanie*. Stopniowo znikają ruchy czynne w przerwach i po paru dniach zwierzę wykonywa czynny ruch podnoszenia nogi wyłącznie w trakcie bulgotania, w przerwach zaś stoi zupełnie spokojnie. Odruch należy uważać za wytworzony.

Zatrzymajmy się chwilę na otrzymanych rezultatach.

Z przytoczonego doświadczenia (jak również i z innych analogicznych) wynika, że, stosując bodziec zewnętrzny wraz z biernym ruchem i wzmacniając zespół ten przez pokarm, nie można w żaden sposób osiągnąć tego, aby pies zaczął stosowany ruch wykonywać czynnie pod wpływem danego bodźca. Żeby otrzymać wymieniony rezultat, należy, prócz wzmacnianego przez pokarm zespołu, składającego się z bodźca zewnętrznego i ruchu, zacząć stosować sam ów bodziec bez wzmocnienia, innemi słowy, należy go zacząć *gasić*.

Gdy w roku 1929 w Warszawie uzyskaliśmy poraz pierwszy wyżej opisany wynik, byliśmy nim nieco zaskoczeni i dopiero analiza szeregu następnych doświadczeń doprowadziła nas do jego wyjaśnienia. Należy jednak zaznaczyć, że, patrząc na ten wynik z punktu widzenia biologicznego, musimy go uważać za zupełnie zrozumiały. Bodziec warunkowy (jakim jest w pierwszym okresie doświadczeń bulgotanie) jest przecież sygnałem, który zwiastuje o podaniu pokarmu, reakcja nań powinna więc być wyłącznie pokarmowa (wydzielanie śliny, zwrócenie się psa w kieunku miski i t. d.). Wszelkie inne ruchy (jak np. podniesienie łapy) są wówczas zbyteczne; mogą one jedynie szkodzić, odciągając niepotrzebnie energję, skupioną w odpowiednich ośrodkach. Lecz w wypadku, gdy sam bodziec zewnętrzny nie jest wzmacniany, a wzmacnianiu ulega on jedynie w zespole z podniesieniem łapy, wówczas ruch ten nabiera istotnego znaczenia i staje się warunkiem, koniecznym dla otrzymania pokarmu. Nic więc dziwnego, że dopiero wówczas zaczyna się on pojawiać pod wpływem owego bodźca.

Lecz nas interesuje na tem miejscu nie sens biologiczny otrzymanych wyników i celowość odpowiedniego zachowania

się zwierzęcia, lecz przedewszystkiem mechanizm fizjologiczny tego zachowania się i nad nim właśnie musimy się obecnie zastanowić.

Jeżeli weźmiemy pod uwagę obydwa składniki zespołu: bulgotanie i podnoszenie łapy, to zobaczymy, że siła obu tych bodźców bynajmniej nie jest jednakowa. Bulgotanie, stosowane oddzielnie, daje w przeciągu 15″ swego izolowanego działania około 40 podziałek śliny (=8 kropel) podczas, gdy samo bierne podniesienie nogi w ciągu tegoż czasu daje zaledwie połowę tej ilości. Tak więc, możemy przypuścić, że bulgotanie wskutek parokrotnego niewzmacniania słabnie, dzięki czemu, siła jego staje się równą sile drugiego składnika zespołu, t. j. bodźca proprioceptywnego ruchu. W ten sposób połączenie pomiędzy obydwoma składnikami, które przedtem nie mogło się było ujawnić (gdyż dźwięk bulgotania maskował słabszy od niego bodziec, jakim jest podniesienie łapy), teraz dopiero ma możność wykazania swego istnienia.

Ażeby sprawdzić powyższe przypuszczenie, wykonaliśmy na drugim psie („Fingał") serję doświadczeń, analogiczną do poprzedniej, z tą jedynie różnicą, że zamiast silnego bodźca — bulgotania, użyliśmy bodźca niezmiernie słabego, w postaci bardzo cichego szumu.

Doświadczenia były prowadzone zupełnie w ten sam sposób, co w poprzedniej serji, i wkrótce mogliśmy się przekonać, że tym razem, bodziec zewnętrzny (szum) jest znacznie słabszy od bodźca proprioceptywnego, jakim jest podniesienie łapy. To ostatnie, podczas 15″ wywoływało wydzielenie 25 podziałek śliny, podczas gdy szum dawał w ciągu tego samego czasu zaledwie 15 podziałek. I pomimo to przebieg doświadczeń był identyczny z poprzednim: ruchowy odruch warunkowy, polegający na podnoszeniu łapy na szum, nie wytwarzał się tak długo, dopóki stosowaliśmy wyłącznie zespół szumu wraz z ruchem, wzmacniając go pokarmem; wystarczyło zaś wprowadzić omówioną wyżej modyfikację (zacząć stosować sam szum), aby odruch powyższy zaraz się wytworzył.

Tak więc przypuszczenie, które wyżej podaliśmy, nie było słuszne, albowiem szum od samego początku był słabszym bodźcem od podniesienia łapy, nie mógł więc jego maskować. Prawda, tym razem można było pomyśleć, że był on *zbyt* słaby i został sam zamaskowany przez bodźce kinestetyczne ruchu, jed-

nak byłoby to zupełnie nieprawdopodobne, gdyż pożądany rezultat osiągnęliśmy tu przecież nie przez spotęgowanie szumu, a wprost przeciwnie, przez jego gaszenie, co może się równać jedynie osłabieniu.

Ażeby wyjaśnić mechanizm omawianego przez nas odruchu, przytoczymy doświadczenia, wykonane przez nas jeszcze w Warszawie i następnie wielokrotnie sprawdzane.

U psa wytworzono pokarmowy odruch warunkowy, powiedzmy, na metronom 120 uderzeń na 1′ oraz hamulec różniczkowy na metronom 60 uderzeń na 1′. Gdy zarówno bodziec, jak i hamulec, były już ustalone, wytworzono ruchowy odruch warunkowy w postaci podniesienia prawej przedniej łapy na okoliczności trwałe, i następnie zróżnicowano ten odruch do okresu działania lampki elektrycznej, zapalanej co kilka minut. W ten sposób osiągnęliśmy to, że pies przy zapalonej lampce podnosił stale nogę, gdyż tylko wówczas otrzymywał pokarm, natomiast w przerwach stał zupełnie spokojnie. Gdy i ten odruch był w zupełności wykształcony, przystąpiono do głównej części doświadczenia, mianowicie, w przerwach, gdy pies stał spokojnie, stosowano od czasu do czasu metronom dodatni lub ujemny. Doświadczenie dało zupełnie wyraźne i stałe rezultaty: metronom dodatni wywoływał w ciągu 15″ swego izolowanego działania zwykłą reakcję ślinową i nigdy nie powodował podniesień nogi, natomiast podnesienia te pojawiały się regularnie pod wpływem metronomu ujemnego, który okazywał się wówczas niekiedy rozhamowanym (tabl. I ryc. 3). Oczywiście, zbyteczne jest dodawać, że metronom jednocześnie z ruchem nigdy przedtem nie występował.

Następnie stosowano metronom dodatni, przedłużając izolowany okres jego działania ponad przepisowe 15 sekund oraz gaszono ten bodziec, nie wzmacniając go przez pokarm. I w jednym i w drugim wypadku bodziec ten wywoływał podniesienia łapy.

W doświadczeniach powyższych występuje wyraźnie fakt następujący:

Wszystkie czynniki, działające jako bodźce bezwarunkowe (pokarm) lub warunkowe, wywołują zwykłą swą, ściśle określoną, reakcję i nigdy nie prowokują podniesień łapy. Natomiast bodźce, będące hamulcami wewnętrznemi reakcji pokarmowej,

stale wywołują podniesienia łapy, chociaż nie były one nigdy dotychczas stosowane jednocześnie z tym ruchem.

Od czasu, gdy po raz pierwszy otrzymaliśmy powyższe fakty, były one przez nas wielokrotnie sprawdzane i nie budzą obecnie żadnych wątpliwości: gdy tylko w korze mózgowej pojawia się proces hamowania, natychmiast zjawiają się wytworzone czynne ruchy zwierzęcia. Zjawisko to zachodzi tak regularnie, że nieraz, naodwrót, z nieoczekiwanego wystąpienia czynnych ruchów możemy wnosić o pojawieniu się w korze mózgowej procesu hamowania.

Biorąc pod uwagę wyniki opisanych ostatnio doświadczeń, nie trudno nam będzie rozstrzygnąć postawione wyżej zagadnienie, dlaczego ruchowy odruch warunkowy, w którym bulgotanie wywołuje ruch podniesienia nogi, wytwarza się dopiero wówczas, gdy prócz wzmacnianego przez pokarm zespołu stosuje się również samo bulgotanie bez pokarmu. Dopóki w doświadczeniach stosujemy jedynie wzmacniany przez pokarm zespół, złożony z bulgotania i biernego ruchu, dopóty bugotanie jest bodźcem warunkowym i, jako taki, hamuje ono wytworzone na okoliczności trwałe czynne ruchy. Dopiero, gdy zaczynamy stosować samo bulgotanie bez wzmocnienia, t. j., gdy zaczynamy częściowo je gasić, przetwarzamy bodziec ten stopniowo w hamulec, dzięki czemu ruchy czynne zaczynają się nań pojawiać.

Tak więc widzimy, że wewnętrzny mechanizm omawianego wyżej ruchowego odruchu warunkowego przedstawia się w rzeczywistości zupełnie inaczej, niż mogliśmy się na początku spodziewać. Pies na dźwięk bulgotania zaczyna czynnie podnosić łapę, bynajmniej nie dlatego, że ruch ten związał się w jakiś bliżej nie określony sposób z tym bodźcem, wskutek wielokrotnych powtórzeń tego połączenia, lecz dzięki temu, że bulgotanie stało się h a m u l c e m w stosunku do reakcji pokarmowej. I każdy inny hamulec może wywoływać ten ruch narówni z bodźcem, na który dany ruchowy odruch warunkowy został wytworzony.

Należy zaznaczyć, że wyżej podane zasady, które należy uważać za podstawowe, nie zawsze występują tak wyraźnie, jak to przed chwilą opisaliśmy.

I. Mogliśmy często przekonać się, że, gdy hamulec różniczkowy jest bardzo utrwalony i stary, lub też, gdy bodziec warunkowy, który gasimy, został zahamowany zbyt silnie, wówczas czynne ruchy, które powinny się były pojawić, nie występują.

Najwidoczniej, ażeby dany hamulec mógł wywołać wytworzone ruchy, musi on znajdować się w odpowiedniem stadjum i jeżeli stadjum to minie i hamulec zostanie nazbyt pogłębiony, wówczas traci on wymienioną własność.

Przypomnijmy sobie, że zupełnie analogicznie przedstawia się sytuacja w doświadczeniach Kalmykowa, dotyczących zjawiska indukcji dodatniej. Jak wiadomo, indukcja dodatnia również nie jest własnością stałą procesu hamowania, lecz występuje jedynie w pewnem określonem stadjum, mianowicie, gdy hamulec nie jest zbyt utrwalony i posiada jeszcze dostateczne napięcie. Analogja między faktem, otrzymanym przez Kałmykowa i zjawiskiem, opisanem przed chwilą, nie jest przypadkowa, gdyż pojawienie się czynnych ruchów pod wpływem hamulców nie jest przecież niczem innem, jak indukcją dodatnią, powstającą w analizatorze ruchowym pod wpływem procesu hamowania.

II. Nie możemy również przemilczeć faktu, że, gdy ruchowy odruch warunkowy jest już silnie utrwalony, wówczas w odpowiednich warunkach zdarza się, że nietylko hamulec, jak to opisaliśmy wyżej, ale i bodziec warunkowy może wywoływać wytworzone ruchy, co pozornie przeczy wyłożonym wyżej zasadom. Ponieważ zjawisko to jest dosyć zawiłe i analiza jego zaprowadziłaby nas zbyt daleko, przeto jesteśmy zmuszeni narazie kwestję tę pominąć.

Dotychczas omawialiśmy warunki, jakie musi spełniać bodziec, aby mógł wywoływać wytworzone ruchy i wykazaliśmy, że własność tę posiada on wówczas, gdy jest hamulcem, znajdującym się w stadjum indukcyjnem.

Obecnie chcielibyśmy jeszcze pokrótce poruszyć kwestję, jakim warunkom musi odpowiadać ruch, aby mógł się stać efektem ruchowego odruchu warunkowego. Nie będziemy na tem miejscu przytaczali dokładnie odpowiednich doświadczeń, a jedynie krótko podamy ich wyniki.

Przypuśćmy, że wytworzyliśmy następujące ruchowe odruchy warunkowe: na lampkę pies podnosi przednią łapę, na ton — tylną, na metronom szczeka. Wszystkie te odruchy wzmacniane są przez pokarm. Okazuje się, że każdy z tych ruchów bynajmniej nie jest związany specyficznie z bodźcem, na który został wytworzony, lecz w odpowiednich warunkach mogą powstawać reakcje zastępcze, np. metronom może wywoływać

podniesienie przedniej lub tylnej łapy, lampka — szczekanie itd.; dowolny zaś hamulec, niezwiązany z żadną z tych reakcyj ruchowych, może sprowokować każdą z nich. Istotną cechą wszystkich tych doświadczeń jest jednak to, że pod wpływem każdego z wymienionych bodźców (lub też jakiegoś hamulca), może wystąpić tylko taki ruch, który został już wytworzony, t. j. który jest już efektem jakiegoś ruchowego odruchu warunkowego. Łatwo wykazać, że ośrodek takiego ruchu znajduje się w okolicznościach doświadczenia w stanie wzmożonej pobudliwości, nic więc dziwnego, że ruch ten pojawia się pod wpływem fali indukcji dodatniej, którą wywołuje hamulec.

Widzimy obecnie, jak daleko musieliśmy odstąpić od naszych pierwotnych przypuszczeń, które polegały na tem, że dlatego dany bodziec wywołuje określony ruch, iż utworzyło się między nimi połączenie, wskutek jednoczesnego ich stosowania. Widzimy, że w naszych obecnych rozważaniach nie może być nawet mowy o jakichkolwiek „połączeniach” — pojęcie to nie może nas w tym wypadku zadowolić, gdyż z jednej strony dany ruch może być wywołany przez bodźce, które dotychczas nie miały z nim nic wspólnego, z drugiej zaś strony, dany bodziec może prócz ruchu, który był z nim skojarzony, wywoływać zastępczo i inne ruchy.

Pozostaje jeszcze odpowiedzieć na pytanie: czy jeżeli wytworzyliśmy już ruchowy odruch warunkowy i ćwiczymy go bardzo długo, czy wówczas, utworzy się wreszcie bezpośrednie połączenie między obydwoma odpowiedniemi ośrodkami?

Prawdę powiedziawszy, na pytanie to trudno dać jakąś określoną odpowiedź, albowiem nie mamy w gruncie rzeczy żadnego kryterjum, któreby nam istnienie tego połączenia potwierdzało. Jeżeli np. mówimy, że między ośrodkami bodźców: warunkowego i bezwarunkowego powstało czasowe połączenie, to wnioskujemy o tem stąd, że, na skutek jednoczesnego stosowania, bodziec warunkowy daje nam reakcję bodźca bezwarunkowego. Lecz ruchowy odruch warunkowy powstaje, jak widzieliśmy, na zupełnie innej drodze i nie zależy on od jednoczesnego występowania obu elementów odruchu, lecz od wzmacniania ich przez pokarm. Dlatego też należy być w tym wypadku bardzo ostrożnym w stosowaniu szablonowego objaśnienia, które może jedynie zaciemnić to i tak trudne, a ważne zagadnienie.

IV.

Obecnie chcielibyśmy jeszcze zwrócić uwagę na pozostałe grupy badanych przez nas ruchowych odruchów warunkowych.

Zaznaczyliśmy na początku, że ruchowy odruch warunkowy, powstający przy wzmacnianiu danego ruchu przez pokarm, przedstawia jedną z odmian różnych nabytych reakcyj organizmów. Powtórzmy raz jeszcze, na czem on polega.

Jeżeli zespół, składający się z danego bodźca zewnętrznego i określonego ruchu, jest wzmacniany przez pokarm, zaś każdy ze składników tego zespołu oddzielnie wzmacniany nie jest, wówczas, po pewnym czasie, dany bodziec zaczyna wywoływać wymieniony ruch.

Jeżeli skonstruujemy doświadczenie w zupełnie analogiczny sposób, z tą tylko różnicą, że jako bezwarunkowy bodziec wzmacniający będzie stosowany nie pokarm, lecz bodziec, wywołujący reakcję obronną (np. wdmuchiwanie strumienia powietrza do ucha psa, wlewanie do pyska kwasu i t. d.) to zobaczymy, że otrzymamy reakcję odwrotną do tej, jaką otrzymaliśmy przy stosowaniu pokarmu. Dany bodziec zewnętrzny nietylko nie będzie wywoływał ruchu, który z nim razem występował, lecz przeciwnie, zacznie wywoływać ruch antagonistyczny, t. j. zwierzę będzie się broniło przed wykonaniem danego ruchu.

Jest rzeczą jasną, że, jeżeli weźmiemy pod uwagę inne bodźce bezwarunkowe, to dadzą się one zaliczyć zawsze do jednej z dwuch grup: jedne, jak pokarm, stosowane, jako czynniki wzmacniające dla danego ruchu, będą powodowały powstawanie tego ruchu, drugie, jak kwas, użyte w tej samej roli, będą prowadziły do pojawienia się ruchu antagonistycznego. Pierwsze z wymienionych bodźców nazwiemy *dodatnimi*, drugie — *ujemnemi*. Łatwo spostrzec, że bodźcom dodatnim odpowiadają w psychologji bodźce przyjemne, ujemnym — przykre. W ten sposób uzyskujemy objektywną fizjologiczną definicję bodźców przyjemnych i przykrych.

Oprócz wyżej opisanych dwuch odmian badanych przez nas ruchowych odruchów warunkowych, wyodrębniliśmy jeszcze dwie odmiany, które obecnie przedstawiamy.

W pierwszych dwuch odmianach wzmacnialiśmy (bądź przez pokarm, bądź przez bodziec ujemny) zespół złożony z bodźca zewnętrznego i ruchu, pozostawialiśmy zaś bez wzmocnienia

poszczególne składniki tego zespołu; innemi słowy, ruch był tu d o p e ł n i e n i e m do zespołowego bodźca warunkowego. W następnych dwuch odmianach, które obecnie omówimy, naodwrót, zespół złożony z danego bodźca i ruchu nie jest wzmacniany, natomiast wzmacnianiu ulega sam bodziec zewnętrzny; innemi słowy, ruch występuje tu w roli h a m u l c a w a r u n k o w e g o.

Tak więc, w wypadku, gdy bodźcem wzmacniającym jest pokarm, konstrukcja doświadczenia będzie następująca: sam bodziec zewnętrzny jest wzmacniany przez pokarm, zaś zespół złożony z tego bodźca i danego ruchu wzmacniany nie jest; nie trudno przewidzieć, że wówczas dany bodziec zacznie wywoływać ruch antagonistyczny do stosowanego, t. j. zwierzę będzie się broniło przed wykonaniem tego ruchu. W wypadku, gdy bodźcem wzmacniającym będzie bodziec ujemny, wynik będzie przeciwny: zwierzę na dany bodziec zewnętrzny będzie stale wykonywało dany ruch.

Wszystkie cztery przytoczone przez nas odmiany ruchowych odruchów warunkowych zebrane są na tablicy II.

TABLICA II.

Odmiana	Zespół bodźca ekster. i ruchu	Bodziec eksteroceptywny	Ruch	Bodziec wzmacniający	Reakcja odruchu war.
I	wzmacniany	nie wzmacniany	nie wzmacniany	dodatni	ruch zastosowany
II	wzmacniany	nie wzmacniany	nie wzmacniany	ujemny	ruch antagonistyczny
III	nie wzmacniany	wzmacniany	nie wzmacniany	dodatni	ruch antagonistyczny
IV	nie wzmacniany	wzmacniany	nie wzmacniany	ujemny	ruch zastosowany

Nie będziemy obecnie zajmowali się dokładnym opisem trzech wyliczonych ostatnio odmian, ani też ich analizą. Doświadczenia, mające na celu wyjaśnienie ich istotnego mechanizmu, nie są w tej chwili jeszcze zakończone.

Jedynie pozwolimy sobie powiedzieć kilka słów o ostatniej z wyliczonych odmian, ponieważ wyniki doświadczeń, które jej dotyczą, są, jak się nam wydaje, dość ciekawe.

Doświadczenia te prowadzono w sposób następujący (doświadczenia z „Żurką", „Fingałem" i „Nordem"):

Z początku, przez wzmacnianie jakiegoś bodźca zewnętrznego (np. dzwonka) przy pomocy wlewania psu do pyska kwasu wytwarzano zwykły kwasowy odruch warunkowy. Po należytem wykształceniu tego odruchu, od czasu do czasu, podczas działania dzwonka podnosimy psu łapę (powiedzmy przednią prawą) i wówczas kwasu nie wlewamy. Bardzo szybko daje się zauważyć, że z podniesienia łapy tworzy się hamulec warunkowy, t. j. na kompleks złożony z dzwonka i tego ruchu reakcja ślinowa zmniejsza się. Jednocześnie, pies zaczyna na dzwonek podnosić samodzielnie prawą przednią łapę, t. j., jakgdyby sam sobie stosuje ów hamulec warunkowy. Oczywiście w tym wypadku również nie dajemy kwasu. Wkrótce powyższy odruch ruchowy utrwala się i pies za każdym razem podnosi łapę na dzwonek; odruch ślinowy szybko obniża się do zera, ponieważ dzwonka nigdy odtąd nie wzmacniamy.

Po całkowitem wytworzeniu się odruchu, doświadczenie przebiega zazwyczaj w sposób następujący: stawiamy psa na stojaku, naklejamy mu balonik do śliny i t. d. i następnie co parę minut stosujemy dzwonek. Przy każdym dzwonku pies wielokrotnie podnosi przednią prawą nogę, wobec czego wzmocnienia przez kwas oczywiście nie stosujemy. Mija w ten sposób szereg dni, a nawet tygodni, podczas których pies stale na dzwonek pondnosi łapę i nie mamy wcale okazji do zastosowania kwasu. Raz w ciągu szeregu doświadczeń zdarza się, że dzwonek nie wywoła podniesienia łapy, natychmiast wtedy dajemy wzmocnienie zapomocą kwasu i tem jakgdyby odświeżamy na długi czas odruch przez nas wytworzony. Nie bacząc na to, że pies stoi około pół godziny na stojaku i nie otrzymuje żadnego bodźca bezwarunkowego, nie wykazuje on najmniejszych oznak senności. Jeżeli weźmiemy jakiś inny bodziec zewnętrzny i zaczniemy go wzmacniać przez kwas, to zauważymy, że, gdy tylko bodziec ten stanie się bodźcem warunkowym, natychmiast pies zacznie nań wykonywać ruchy podnoszenia łapy.

Należy dodać, że odruch, o którym mówimy, jest ciekawy również z tego względu, że jest on, jeśli można się tak wyrazić, niedostępny dla jakichkolwiek wpływów. Nie daje się on, praktycznie biorąc, ani wygasić, ani zróżnicować. Albowiem, kiedy dzwonek zaczyna wywoływać ruch podnoszenia łapy, to na za-

sadzie prawa generalizacji wszystkie podobne dźwięki, jak trzaski, terkotanie i t. d. również nabywają tej samej własności. Ponieważ zaś, wytworzony w ten sposób odruch warunkowy, istnieje niezwykle długo bez żadnego wzmacniania, przeto o różniczkowaniu nie może być mowy. Odróżnicować od siebie dwa bodźce możemy jedynie *przed* wprowadzeniem ruchu. Tak np., jeżeli z dzwonka uczyniliśmy kwasowy bodziec warunkowy i odróżnicowaliśmy odeń terkotanie, wówczas, po wytworzeniu się opisanego wyżej ruchowego odruchu warunkowego, okaże się, że terkotanie nadal występuje w roli hamulca różniczkowego i nie wywołuje już ruchu podnoszenia kończyny.

V.

Na zakończenie tego referatu zreasumujemy w krótkości główne myśli i zagadnienia, które były jego przedmiotem.

Przedewszystkiem, chcieliśmy zwrócić uwagę na to, że odruchy warunkowe pokarmowe, obronne i t. d. te, któremi stale szkoła nasza operuje, są wyrazem pewnych *praw ogólnych* działalności kory mózgowej, dotyczących wszystkich jej analizatorów, lecz, że oprócz nich istnieją jeszcze inne reakcje warunkowo-odruchowe, których powstawanie jest zależne *od specjalnych właściwości analizatora ruchowego*. Tak więc, analizator ruchowy oprócz własności, przysługujących i innym analizatorom, posiada jeszcze dodatkową własność, związaną z jego specjalną budową i będącą odbiciem tej specjalnej roli, jaką w życiu zwierząt odgrywa działalność ruchowa.

Odruchy specyficzne dla analizatora ruchowego, t. j. opracowane przez nas ruchowe odruchy warunkowe, różnią się w swej strukturze od zwykłych typowych odruchów warunkowych.

Po pierwsze, jak o tem była już mowa, efekt ruchowego odruchu warunkowego nie wchodzi w skład wzmacniającego go odruchu bezwarunkowego i stanowi zupełnie nową, nabytą reakcję zwierzęcia. Po drugie, efekt ten zależy nie od składu samej reakcji bezwarunkowej (jak w zwykłych odruchach warunkowych), lecz od jakości czynnika wzmacniającego, od tego, czy czynnik ten należy do grupy bodców dodatnich, czy ujemnych.

Póki operowaliśmy jedynie w dziedzinie typowych odru-

chów warunkowych, mogliśmy z pełnem prawem i czystem sumieniem mówić o tem, że zmienną i plastyczną jest tylko odbiorcza czynność ośrodkowego układu nerwowego, natomiast jego czynność wykonawcza pozostaje stałą i nie może ulegać zmianom w indywidualnem życiu osobnika pod wpływem warunków otoczenia. Lecz obecnie, gdy otrzymujemy reakcje, które nie są identyczne z reakcjami bezwarunkowemi, gdy widzimy, że efekt ruchowego odruchu warunkowego możemy, zależnie od warunków doświadczenia, kształcić i modyfikować — pojawia się ważne zagadnienie: od czego uzależnione są powyższe przemiany, czy powstają one dzięki nabytym czasowym połączeniom dośrodkowych odcinków układu nerwowego, czy też pod wpływem zmian funkcjonalnych, zachodzących w wykonawczej jego części. Zasób naszych wiadomości obecnych nie pozwala nam jeszcze odpowiedzieć na to pytanie.

W ścisłym związku z opisanemi wyżej właściwościami ruchowych odruchów warunkowych pozostaje specyficzna forma doświadczeń, dotyczących tych odruchów.

W doświadczeniach ze zwykłymi odruchami warunkowymi zwierzę odpowiada jedynie zapomocą wrodzonych rekacyj na stosowane przez nas sygnały warunkowe. Czynność jego jest tu ściśle zdeterminowana przez rodzaj bodźców bezwarunkowych, które podajemy. W doświadczeniach z ruchowemi odruchami warunkowemi zwierzę przyjmuje c z y n n y udział w eksperymencie, gdyż zachowaniem swojem może ono wpływać na jego przebieg: przez wykonanie lub niewykonanie odpowiedniego ruchu osiąga ono bodziec dodatni lub unika ujemnego. Innemi słowy zwierzę nietylko o d p o w i a d a na sygnały bodźców bezwarunkowych, lecz częściowo i samo pojawieniem się tych sygnałów k i e r u j e. Musimy jednak pamiętać, że owo kierowanie nie jest czemś niezdeterminowanem i „dowolnem", lecz jest ono ściśle podporządkowane określonym prawom i samo stanowi część warunkowo-odruchowych czynności zwierzęcia.

Cztery odmiany ruchowych odruchów warunkowych, które wyżej przedstawiliśmy (wraz z pewnemi ich modyfikacjami), wyczerpują, jak nam się zdaje, te zjawiska zachowania się zwierząt, które bihewjoryści nazywają „nawykami". Innemi słowy, wszystkie „nawyki" mogą być, naszem zdaniem, badane fizjologicznie i analizowane z punktu widzenia opisanych wyżej schematów. W ten sposób rozszerza się znacznie ten zakres

zjawisk zachowania się zwierząt, które mogą być poddane badaniu fizjologicznemu.

Pozostaje jeszcze jedna kwestja.

Opierając się na otrzymanym materjale faktycznym, przedstawiliśmy tutaj przypuszczalny mechanizm pierwszej odmiany ruchowych odruchów warunkowych, która była przez nas najlepiej zbadana. Istotne w naszem objaśnieniu jest to, że ruchowy odruch warunkowy nie powstaje dzięki prostemu połączeniu między dwoma odpowiedniemi ośrodkami i że, jak nam się zdaje, wogóle nie mamy dostatecznej racji, aby twierdzić, że połączenie takie w danym wypadku się wytwarza. Należy jednak zaznaczyć, że cała ta dziedzina jest jeszcze stosunkowo mało zbadana, niewszystkie fakty są zupełnie zrozumiałe i, że, choć objaśnienie, które podajemy, dziś nas zadawalnia, to jednak nie traktujemy go, jako ostateczne. Niewątpliwie w przyszłości będzie musiało ono ulec znacznym ulepszeniom i modyfikacjom.

STRESZCZENIA

OGÓLNA I SZCZEGÓŁOWA FIZJOLOGJA PRACY MIĘŚNIOWEJ

A. H. STEINHAUS — O TRWAŁYCH NASTĘPSTWACH WYĆWICZENIA.

(Physiol. Rev. V. XIII, 1933).

Praca ta dotyczy zmian mniej więcej trwałych, zachodzących w organiżmie pod wpływem ćwiczenia. Nasilenie ich związane jest ze stopniem treningu, a całokształt wywołuje stan „wytrenowania". Pierwsza część pracy stanowi szczegółowy przegląd wyników, dotyczących zmian morfologicznych, chemicznych i czynnościowych, zachodzących pod wpływem ćwiczenia w poszczególnych układach i narządach. A więc w układzie mięśniowym: zmiany wielkości siły i wytrzymałości mięśni; zmiany histologiczne włókien mięśniowych; sprawy zawartości glikogenu, kwasu mlekowego, kwasu kreatyno-fosforowego, potasu, wody i barwnika; zmiany aktywności układów zaczynowych, własności buforowych i t. p. W układzie krążenia: wielkość serca, warunki powstawania hypertrofji, jej ewentualnej odwracalności i t. p.; częstość tętna, objętość wyrzutowa serca podczas pracy i w spoczynku, zmiany elektrokardjogramu, ciśnienia krwi i reakcji ciśnienia na pracę; zmiany histologiczne i chemiczne we krwi: erytrocyty, leukocyty i trombocyty, zawartość cukru, potasu, kreatyny i kreatyniny, katalazy, kwasu mlekowego, a także zmiany serologiczne, rezerwa alkaliczna i różnice jakie, w tym względzie zaobserwować można między psem a człowiekiem. (Autor uważa, że ta różnica w reakcji powinna być brana pod uwagę przy interpretacji wszystkich doświadczeń, dotyczących wpływu ćwiczenia, a wykonanych na psach). W układzie oddychania: ciężar płuc, pojemność życiowa, oddychanie typu brzusznego i piersiowego w spoczynku i podczas pracy.

Zmiany metabolizmu: przemiana podstawowa, przemiana podczas pracy, wydajność pracy, procesy wypoczynkowe, iloraz oddechowy w spoczynku i pracy; przemiana azotowa, mineralna i wodna.

W układzie trawiennym: gruczoły ślinowe i wątroba.

W układzie wydzielniczym: zmiany wielkości i czynności nerek. Pozatem autor wzmiankuje obserwacje, dotyczące wpływu treningu na układ rozrodczy, gruczoły dokrewne i szkielet.

W układzie nerwowym: wielkość mózgu i rdzenia; sprawy koordynacji (udoskonalenie tej ostatniej autor uważa za jeden z najpoważniejszych efektów treningu w organizmie ludzkim i zwierzęcym). Jeśli chodzi o wyższe procesy nerwowe, to nie zdołano stwierdzić żadnej zależności pomiędzy stopniem treningu, a temi procesami.

W drugiej części pracy autor rozpatruje, do jakiego stopnia globalne zmiany zachowania się i właściwości organizmu wytrenowanego dadzą się wytłumaczyć przez zaobserwowane zmiany w poszczególnych narządach.

Ćwiczenie zwiększa zdolność organizmu do wykonywania pracy. Jeżeli za Lindhardem przyjmiemy, że cechami charakterystycznemi stanu „wytrenowania" są — zwiększenie siły, wytrzymałości, a również pewności i dokładności ruchów oraz, że zależą one od zmian w układach mięśniowym, oddechowo-krążeniowym i nerwowym, to należy jednak przeprowadzić dalszą analizę w kierunku ustalenia konkretnych zmian, od których te albo inne cechy organizmu wytrenowanego zależą.

Jeżeli chodzi o zwiększenie siły ruchów, jest ona niewątpliwie związana z przerostem mięśni. Nie powstają przytem nowe włókna mięśniowe, tylko rozwijają się uprzednio istniejące. Hypertrofja dotyczy głównie ilości sarkoplazmy we włóknach, długość ich natomiast, ilość jąder, zarówno jak i ilość i wielkość włókienek zostaje bez zmian. Trudno określić, jaką rolę w zwiększeniu siły odgrywa podporządkowanie większej ilości włókien mięśniowych procesom nerwowym, zależnym od woli. Niektóre fakty zdają się wskazywać, że udział tych zjawisk może w tym względzie odegrać poważną rolę. Wystarczy przypomnieć, jak wielką siłę mięśniową wykazać mogą w stanie hypnozy lub podrażnienia ludzie o przeciętnej budowie i sile.

Co do strony chemicznej, to zbyt mało wiadomo o mechanizmie przemiany energji chemicznej w mechaniczną, aby można było orzec, które ze zmian w chemizmie mięśniowym, zaobserwowanych w stanie wytrenowania, przyczyniają się do zwiększenia siły skurczu.

Drugą cechą treningu jest, jak wspomniano wyżej, wytrzymałość. Zmęczenie pracą występuje później niż przy braku treningu. Stan ten świadczy o tem, że w organizmie ustaliła się pewna równowaga między procesami anabolicznemi i katabolicznemi i że zwiększonej aktywności towarzyszy odpowiednio zwiększony dowóz tlenu i substancyj pokarmowych. Odbywa się to w ten sposób, że dzięki ruchowi mięśni krew żylna energiczniej napływa do serca i dokładniej je napełnia, dzięki czemu wywołuje zwiększone systole. Gdy się to często powtarza następuje hypertrofja serca oraz odpowiednio zwiększona objętość wyrzutowa serca i zwolnienie tętna. Intensywniejszy krwiobieg pobudza działalność tkanek krwiotwórczych. Większa objętość wyrzutowa minutowa przynosi czynnym mięśniom więcej tlenu i dostarcza go do samych miejsc tworzenia się kwasu mlekowego. Dzięki temu umożliwia spalanie się tego ciała lub resyntezę glikogenu na miejscu, tak, że kwas mlekowy nie przenika do krwioobiegu w ilości dostatecznej, aby zakłócić równowagę innych układów. Wiadomo również, że resynteza kwasu kreatyno-fosforowego odbywać się może w obecności tlenu bez udziału fermentacji mlekowej. Możliwe jest zatem, że u jednostek wytrenowanych, o ulepszonym dowozie tlenu, następuje bezpośrednia resynteza większej ilości kwasu kreatyno-fosforowego, bez udziału kwasu mlekowego.

Jeżeli wytrzymałość zależy od ustalenia się nowej równowagi między procesami anabolicznemi i katabolicznemi, zwiększenie procesów anabolicznych mierzyć należy dodatkowemi procesami rozpadu, które organizm, dzięki treningowi, może skompensować. W tych rozważaniach chodzi o natężenie i czas trwania pracy dodatkowej, którą organizm wytrenowany wykonać może bez zmęczenia. Wynika z tego, że stopień treningu dostateczny dla wykonywania pewnej pracy, staje się niedostateczny dla innej, cięższej.

Dokładność ruchów — to jedna z najwyraźniejszych a zarazem najcharakterystyczniejszych cech treningu. Jest zarazem najwięcej specyficzna. Wytrwałość można wyrobić pływaniem, biegiem i t. p., dokładność ruchów związanych z określoną pracą wyrobić można jedynie przez ćwiczenie tych właśnie ruchów. Zuntz np. stwierdza, że pies, wytrenowany w biegu na płaszczyźnie poziomej, nie jest wytrenowany w biegu na płaszczyźnie pochyłej. Zręczność wyrabia najwięcej celowe użytkowanie mięśni, a zatem oszczędzanie wysiłku i wydatków organizmu. Analiza ulepszenia koordynacji odbywać sią może zapomocą dwóch metod: 1) badanie wzrostu wydajności pracy, 2) filmowanie „zwolnione" ruchów osobników trenowanych i nietrenowanych (do 200 zdjęć na sekundę). Wzrost wydajności pracy pod wpływem treningu autor przypisuje jedynie udoskonaleniu koordynacji i zanikaniu ruchów zbędnych, a więc wytrenowaniu ośrodkowego układu nerwowego. Niema natomiast zmian metabolizmu komórkowego w kierunku oszczędniejszej działalności.

Możliwe jest, że cechy treningu polegają w znacznej mierze na wytworzeniu się odruchów warunkowych, których przystosowanie się zachodzi drogą układu sympatycznego. Trening powoduje w organizmie również inne zmiany, pozbawione cech pozytywnych, a nawet wręcz szkodliwe: do takich zaliczyć należy zmiany w obrazie leukocytowym i trombocytowym, zmiany zaobserwowane w stawach i w kościach. Zagadnienie chronicznego zmęczenia i przetrenowania również podpada pod tę kategorję zjawisk.

W obecnym stanie wiadomości o roli gruczołów dokrewnych w wykonywaniu pracy, trudno jest interpretować poszczególne obserwacje, dotyczące zmiany wielkości tych organów pod wpływem treningu.

Nowe badania nad działaniem promieni ultrafioletowych, wywołujących niektóre zmiany analogiczne do tych, które wywołuje trening, stawiają zagadnienie do jakiego stopnia zmiany, dotąd przypisywane treningowi, zawdzięczane są w istocie faktowi, że trening atletów odbywa się na powietrzu.

Donaldson stwierdził, że żadna ze zmian charakterystycznych dla treningu nie była dziedziczną u szczurówi, u których wywoływano je doświadczalnie w ciągu siedmiu kolejnych pokoleń.

L. Lubińska.

P. KRÜGER, F. DUSPIVA i F. FÜRLINGER — ROZRÓŻNIENIE HISTOLOGICZNE, POBUDLIWOŚCIOWE I CHEMICZNE ZJAWISK: TĘŻEC A TONUS MIĘŚNI SZKIELETOWYCH.

(Pflüger's Arch. B. 231. 1933).

Zagadnienie — czy obie funkcje mięśni szkieletowych, t. j. tężec i tonus są związane ze specjalnemi strukturami tkankowemi w ostatnich cza-

sach było wielokrotnie opracowywane. Badania farmakologiczne (Riesser, Sommerkamp, Toda) dały wyróżnienie dwu typów mięśni: „czysty typ tężcowy", np. sartorius i „typ mieszany", np. gastrocnemius, który oprócz włókien „tężcowych" posiada włókna toniczne. Prócz tego Sommerkamp mówi o mięśniach, których wszystkie włókna są zdolne do skurczów tonicznych (rectus abdominis, i inne). To dotyczy mięśni żabich. Według E. Bozlera u bezkręgowców istnieje kilka typów, łatwo dających się wyróżnić, włókien mięsnych: tężcowe, zwykle umieszczone powierzchownie, grube i silnie się zabarwiające i włókna toniczne, cienkie, wypełniające całe wnętrze komórki i słabo barwiące się. Krüger podaje, że mięśnie toniczne nie zawierają fosfagenu, a m. tężcowe posiadają dużą zawartość fosforanu rozpuszczalnego w kwasach. Wyróżniają się wyniki prac Wachholdera, który wykazał, że zdolność do wytwarzania skurczów tonicznych czy tężcowych zależy od pory roku, co przemawiałoby za istnieniem jednego tylko substratu dla obu typów czynności. Ponieważ Fürlingen stwierdził, że w mięśniach „tonicznych" istnieje różnica w budowie włókien, a nie w zawartości sarkoplazmy (wbrew Freudowi), więc z pomocą fizjologa i chemika podjął badania na szerszą skalę.

Rezultaty starannych badań histologicznych dały wyniki bardzo ciekawe. Potwierdzając poprzednie wyniki badań farmakologicznych, mięśnie szkieletowe żaby należy podzielić przynajmniej na dwie grupy. Do pierwszej należą: sartorius, gracilis minor, semimembranosus, adductor longus, peroneus, depresor mandibulae i inne. Mięśnie tej grupy posiadają włókienka cienkie rozsiane nieregularnie po całym poprzecznym przekroju mięśnia.

Do drugiej grupy należą: semitendinosus, gracilis major, pectoralis, masseter major, gastrocnemius etc. Mięśnie tej grupy oprócz włókien „tężcowych", t. j. jedynych składników mięśni pierwszej grupy posiadają włókna „toniczne", wyraźnie dające się wyróżnić. Najwybitniejsza różnica polega na tem, że we włóknach „tonicznych" włókienka zebrane są w „słupki" (których nie należy utożsamiać z polami Conheima). Prócz tego fibrylle włókien „tonicznych" posiadają słabiej zaznaczone poprzeczne prążkowanie. Mięśnie żaby i ropuchy mają podobne własności, tylko procent włókien „tonicznych" w mięśniach drugiej grupy, t. j. mieszanych, u ropuch jest większy; zgadza się to z obserwacjami Riessera, że ropuchy są bardziej podatne na działanie acetylcholiny niż żaby. Na podstawie reagowania na czynniki farmakologiczne można twierdzić, że mięśnie ptaków i ssaków posiadają również dwa rodzaje włókien i dwa rodzaje mięśni szkieletowych; sartorius królika posiada zapewnie tylko „tężcowe" włókna, a semitendinosus oprócz tego włókna „toniczne".

Łącząc wyniki swych badań pobudliwościowych i chemicznych, autorzy uzyskali końcowe wyniki i wnioski:

1) Włókna, posiadające na poprzecznym przekroju „słupkowe" zgrupowanie włókienek, są substratem tonicznych skurczów.

Uzasadnienia:

a) włókna, posiadające „pola słupkowe" (Säulchenfelderung), można znaleźć tylko w takich mięśniach, które dają typowe reakcje „toniczne", t. j. na acetylcholinę reagują długotrwałą kontrakturą, a na ponadmaksymalne bodźce elektryczne reagują wystąpieniem kontraktury Tiegel'owskiej i posiadają znikomą tylko zawartość fosforanu rozpuszczalnego w kwasach.

b) umiejscowienie włókien „tonicznych”, stwierdzone przez autorów niniejszej pracy, zgadza się dokładnie z umiejscowieniem funkcyj tonicznych — wyznaczonych przez innych fizjologów.

2) Autorzy nie stwierdzili przy badaniach histologicznych wahań sezonowych zawartości włókien „tonicznych” w poszczególnych mięśniach. W zimowych miesiącach pobudliwość „tężcowych” partyj mięsnych ulega wybitnemu zmniejszeniu. Zawsze, niezależnie od pory roku włókna „tężcowe” wyróżniają się od włókien „tonicznych” dużą zawartością fosforanu kreatynowego (Kreatinphosphat).

3) Acetylcholina wywiera działanie na oba typy mięśni, również i na mięśnie „tężcowe”. Powoduje wtedy zmiany w ustosunkowaniu się frakcyj fosforanów, szczególnie zaś zmniejsza zawartość fosforanu kreatynowego.

St. Gartkiewicz.

J. von ÜXKÜLL — CZY WARTO MÓWIĆ O MIĘŚNIACH TONICZNYCH (TONUSMUSKELN) I MIĘŚNIACH TĘŻCOWYCH (TETANUSMUSKELN)?

(Pflüger's Arch. B. 232. 1933).

W związku z pracą Krügera i współtowarzyszy, Üxküll wyraża przykre zdziwienie, że jego wieloletnie prace, zarówno jak i Jordan'a, zostały przez autorów pominięte i zignorowane.

Wobec czego poczuwa się do konieczności przypomnienia swego stanowiska, a zarazem krytyki współczesnych prac.

Üxküll uważa, że podział mięśni na toniczne i tężcowe jest fałszywy i nieodpowiadający rzeczywistości.

Tężec, wywoływany zapomocą szeregu rytmicznych podniet, jest zjawiskiem „laboratoryjnem”, a niespotykanem w naturalnych warunkach funkcjonowania mięśni. Mięśnie i typy reakcyj mięśniowych należy dzielić według rodzaju funkcyj istotnych, t. j. dźwigania i podnoszenia ciężarów.

Z żalem podkreśla, że fizjolodzy stale zapominają o istnieniu dwu różnych zasadniczo postaci podniety: przerywanej czyli krótkotrwałej i ciągłej. Tylko pierwszy typ jest dostępny do badań laboratoryjnych. Drugi można tylko pośrednio wykazać przez ujawnienie „Tonusfang” (tym terminem autor wyodrębnia zjawisko przez się wykryte: mięśnie małżów po przecięciu nerwów pozostają trwale w tym stanie napięcia, w jakim „zastało” je oddzielenie od nerwów). Ten typ pobudzenia można obserwować, ale niema dotychczas możności wytworzenia go na drodze eksperymentu laboratoryjnego.

Prawdopodobnie występowanie tego czy innego typu czynności mięśni pozostaje w związku z typem podniety.

P. F.

V. MORGENSTERN — ZNUŻALNOŚĆ MIĘŚNI „TONICZNYCH" I „NIETONICZNYCH" ŻABY I WPŁYW NA NIE ZMIAN SKŁADU ROZTWORU RINGERA.

(Pflüger's Arch. B. 232. 1933).

W ciągu swych badań nad „tonicznemi" i „nietonicznemi" mięśniami kręgowców Wachholder wykazał, że mięśnie „toniczne" bardziej odporne są na znużenie niż „nietoniczne". Termin „toniczne mięśnie" pochodzi od Sommerkampa — gdyż w jego eksperymentach acetylcholina, zastosowana na te mięśnie, powodowała występowanie kontraktury.

Różnica funkcjonalna idzie w parze z rolą poszczególnych mięśni w ustroju. Tam, gdzie są potrzebne mięśnie nienużące się, zdolne do długiej pracy — tam mamy mięśnie „toniczne".

Wachholder zbadał tylko stosunkowo niewielką ilość mięśni: specjalne jego prace dotyczą tylko Musculi coraco - radialis i M. coraco - brachialis, jako przedstawicieli „tonicznych", i M. deltoideus i M. triceps brachii, jako „nietonicznych".

Autor niniejszej pracy w pierwszym rzędzie zajął się poszukiwaniem nowych „tonicznych" i „nietonicznych" mięśni.

Jako „toniczny" określił (na podstawie badań doświadczalnych) M. rectus abdominis — dający zawsze, niezależnie od pory roku i płci, silną reakcję acetylcholinową i jako „słabo toniczny" — M. sartorius.

Drugie zadanie, jakie postawił sobie autor, było: stwierdzenie czy zmianom dyspozycyj do kontraktury uzyskanym eksperymentalnie towarzyszą równoległe zmiany znużalności?

Morgenstern potwierdził w całej rozciągłości tezę Wachholdera o względnej nieznużalności mięśni „tonicznych".

Prócz tego, pomimo że doświadczenia swoje wykonywał zimą, stwierdził, że używając płynów odżywczych o składzie odpowiadającym (o ile chodzi o sole mineralne) składowi surowicy „letnich" żab, można uzyskać daleko lepsze wyniki, niż przy użyciu roztworów odpowiadających surowicy „zimowej". Mięśnie (czy to „toniczne", czy „nietoniczne") były bardziej odporne na występowania znużenia.

Stosując daleko idące zmiany zawartości soli K' i Ca" w używanych roztworach ringerowskich, stwierdził, że optymalna (zarówno dla „tonicznych" jak i „nietonicznych" mięśni) zawartość wynosi: KCl 5—mg% i $CaCl_2$ 30—mg.%. Wydaje się, że mięśnie szkieletowe żab posiadają jedno tylko optimum składu surowicy — właśnie latem, gdy ze względów biologicznych wymagane jest polepszenie sprawności mięśni, surowica zmienia swój skład tak, aby obniżyć znużalność mięśni.

P. F.

H. KRAUS i W. REIFFENSTUHL — ZALEŻNOŚĆ OBJAWU „SCHODOWEGO" OD DŁUGOTRWAŁOŚCI POSZCZEGÓLNYCH BODŹCÓW.

(Pflüger's Arch. B. 231. 1933).

Oddawna jest znany objaw, że przy rytmicznem pobudzaniu mięśni, pomimo stale niezmieniającej się wielkości bodźca, reakcje mięśni narasta-

ją; następnie przez pewien okres utrzymują się na jednakowym poziomie i dopiero później maleją (jako wyraz znużenia). Bowditch (1871) nazwał ten objaw terminem, który dotychczas jest w użyciu, t. j. objawem schodowym („Treppe").

Objaw schodowy występuje nietylko przy drażnieniu mięśni szkieletowych, ale również daje się stwierdzić na mięśniu sercowym (serca wyizolowane ciepłokrwistych i zimnokrwistych, serca in situ), jak również przy odruchach kolanowych człowieka. Występuje zarówno przy izometrycznych jak przy izotonicznych skurczach, przy pobudzeniu bezpośredniem jak i pośredniem, również na mięśniach kuraryzowanych. Objaw schodowy na mięśniach ukrwionych (żaby, koty) trwa dłużej, niż na mięśniach pozbawionych krążenia, trwa dłużej w wyższej temperaturze; przy stosowaniu bodźców podmaksymalnych trwa dłużej niż przy podnietach maksymalnych — nie ujawnia się przy stosowaniu podniet progowych. Zapewnie z objawem schodowym wiąże się nagromadzenie się kwasów (mlekowego, fosforowego, węglowego) w mięśniach; za tem przemawia to, że przy dostatecznej dostawie tlenu objaw schodowy narasta wolniej.

Współcześnie z ujawnianiem się objawu schodowego występują w preparatach mięśni zmiany: maleje prób pobudliwości czyli wzrasta pobudliwość. Czas trwania poszczególnych skurczów skraca się (aczkolwiek Adrian i Frölich uzyskali w swych doświadczeniach przeciwne wyniki).

Autorzy niniejszej pracy badali zależność, dotychczas nie braną pod uwagę, t. j. wpływ długotrwałości poszczególnych bodźców na kształtowanie się objawu schodowego. W tym celu pobudzali wycięte mięśnie żabie (kuraryzowane, drażnienie bezpośrednie) kondensatorami różnej pojemności — czas rozładowania wahał się od 20 do 280 tysiącznych sekundy.

Uzyskali wyniki, świadczące o dużym wpływie czasu rozładowania na przebieg objawu schodowego. Optymalne rezulatаty (pod względem ilości zwiększających się kolejno reakcyj i % przyrostu) uzyskali, stosując kondensatory 0,5 MF przy czasie rozładowania 40 tysiącz. sek.

Krótsze bodźce dały gorsze wyniki, a przy stosowaniu bodźców długotrwałych (280 tysiącznych sek.) objaw schodowy nie występował wogóle. Ta zależność jest nowem potwierdzeniem obserwacji autorów, iż przy rytmicznem pobudzaniu nietylko ma znaczenie „czas konieczny" („Nutzzeit" Gildemeistra), ale na przebieg pobudzenia ma wpływ ogólny czas działania podniety.

St. Gartkiewicz.

L. CSIK i G. v. LUDÁNY — KRZYWA SKURCZU MIĘSNI PO EKSTYRPACJI NADNERCZY.

(Pflüger's Arch. B. 232. 1933).

Dawno już ustalono, że nadnercza posiadają wybitny wpływ na czynności mięśni szkieletowych. Najbardziej charakterystycznym objawem usunięcia nadnerczy jest zmniejszenie odporności na znużenie. Ten objaw jest, według współczesnych danych, związany z usunięciem substacji korowej

nadnerczy; prócz tego znane jest działanie adrenaliny jako czynnika, polepszającego pracę mięśniową.

Pod kierownictwem *F. Verzara* wykonano szereg badań nad skutkami usunięcia nadnerczy na pracę mięśniową. *Csik* badał szczury po ekstyrpacji nadnerczy; próby wykonywano na „deptaku" — wszystkie operowane zwierzęta, nawet te, u których hypodynamja występowała w ukrytej postaci — łatwo się nużyły i jednocześnie z tym objawem występowała silna hypoglikemja, powodująca śmierć zwierząt.

Arvay i *Verzar* znaleźli u osobników, które szczęśliwie zniosły operację usunięcia nadnerczy, zmniejszenie pobierania tlenu w spoczynku (a więc zmniejszenie ogólnej przemiany materji). Po upływie trzech tygodni przemiana materji powracała do normy. Podczas gdy u normalnych zwierząt w okresach pracy fizycznej (na „deptaku") wraz ze wzrostem konsumpcji tlenu zwiększał się współczynnik oddechowy, u operowanych powyższy objaw nie występował, co wskazywałoby na to, że zwierzęta po usunięciu nadnerczy w czasie pracy mięśniowej nie zużywają cukru i nie wytwarzają kwasu mlekowego. To wszystko nasuwa przypuszczenie, iż praca w tych warunkach odbywa się nie na koszt węglowodanów.

Do pewnego stopnia potwierdziły to przypuszczenie prace *Arvay'a* i *Lengyel'a*, którzy wykazali, że po usunięciu nadnerczy ilość kwasu mlekowego, wytwarzana podczas pracy spada o połowę — w porównaniu ze zwierzętami normalnemi.

Według badań z ostatnich lat *(Lundsgaard, Meyerhof, Lohmann)* tworzenie się kwasu mlekowego z cukru jest składnikiem procesów wypoczynkowych. Warunkuje bowiem resyntezę kwasu kreatynofosforowego. Rzeczywiście *Lang* wykazał, że u szczurów po ekstyrpacji nadnerczy kwas kreatynofosforowy nie odtwarza się.

Autorzy niniejszej pracy badali sposób, w jaki omówione powyżej zmiany przemiany materji uzewnętrzniają się w przebiegu krzywej skurczu mięśnia. Doświadczenia wykonywali na żabach. Nadnercza wypalali termokauterem; wyniki operacji kontrolowali metodą histologiczną. Po udanej operacji żaby żyły 12—13 dni zimą oraz około dwu dni latem. Występowały zawsze objawy adynamji: zwierzę wywrócone na grzbiet nie powracało do normalnej pozycji i nie podciągało kończyn do tułowia, lecz trzymało je wyciągnięte.

Wyniki uzyskane z analizy krzywych skurczów dają się streścić następująco:

1) Krzywa skurczu mięśniowego żab pozbawionych nadnerczy (podobnie i u szczurów) jest wybitnie przedłużona, w porównaniu z normą (szczególnie część rozkurczowa). Objaw ten staje się wyraźniejszy w miarę występowania znużenia. Występują też kontraktury znużeniowe.

2) Adrenalina nie przeciwdziała tworzeniu się kontraktur znużeniowych.

3) Wyciąg z kory nadnerczy, t. zw. eucorton, przygotowany według *Swingle* i *Pfiffner'a*, działa tak, że krzywa uzyskana z preparatu zwierzęcia odnadnerczynionego staje się zupełnie podobna do krzywej, uzyskanej ze zwierzęcia normalnego.

Eucorton skraca ramię zstępujące krzywej skurczu.

4) Obserwowane zmiany krzywej skurczu mięśni szkieletowych można wytłumaczyć zmianami przemiany materji. Po usunięciu nadnerczy powstaje uszkodzenie procesów restytucyjnych w mięśniach — co powoduje przedłużenie ramienia zstępującego krzywej skurczu ew. — wystąpienie kontraktury znużeniowej.

St. Gartkiewicz.

F. LIPPAY i H. PATZL — O ZALEŻNOŚCI PROGU RÓŻNICY ZMYSŁU MIĘŚNIOWEGO OD WIELKOŚCI PRZEKROJU CZYNNYCH MIĘŚNI.

(Pflüger's Arch. B. 232. 1933).

Lippay w jednej z poprzednich swych prac stwierdził zależność pomiędzy wielkością pola recepcyjnego (ilością elementów zmysłowych pobudzonych w danym przypadku) a czułością progu różnicy.

Wydaje się, że wykryta zależność ma ogólne zastosowanie. Autor w szeregu swych prac wykazał istnienie tej zależności dla zmysłu wzroku i mięśniowego. Próg różnicy zależny jest między innemi od wielkości obrazka siatkówkowego; również przy obuocznem oglądaniu próg różnicy jest czulszy, niż przy jednoocznem.

Próg różnicy przy podnoszeniu ciężarów dwuręcznem jest prawie dwukrotnie czulszy, niż przy użyciu jednej tylko ręki.

W obecnej pracy autorzy badali zależność czułości progu różnicy zmysłu mięśniowego od liczby kurczących się włókien mięsnych (dźwiganie ciężarów zapomocą 2 lub 3 palców danej ręki). Okazało się, że przy zaangażowaniu kilku palców ręki, jest znacznie mniejszy, niż gdy pracuje jeden tylko palec.

Ponieważ w doświadczeniach autorów niniejszej pracy ujawniło się, że próg różnicy jest stale czulszy w miarę zwiększania używanego ciężaru — więc autorzy tłomaczą ten objaw na swą korzyść: im większy użyty ciężar — to, zgodnie z obowiązującą zasadą maksymalnej reakcji („wszystko albo nic"), tem więcej zostaje w danym przypadku inerwowanych włókien mięsnych i dlatego maleje próg różnicy.

P. F.

M. E. MARSCHAK — DOŚWIADCZENIA NAD WPŁYWEM CZYNNEGO WYPOCZYNKU NA ZDOLNOŚĆ PRACY CZŁOWIEKA.

(Arbphysiol. B. 6. 1933).

Autor przeprowadził szereg doświadczeń, mających wyjaśnić wpływ zachowania się pracownika fizycznego podczas przerw w pracy — na usunięcie znużenia i podniesienia wydajności pracy. Podczas przerw w pracy, trwających w doświadczeniu 20—30 sekund, osoba badana odpoczywała czynnie, lub biernie. Odpoczynek bierny rozumie autor, jako absolutny bezruch, czynny zaś — wykonywanie pracy innej, niż podczas doświadczenia. Do doświadczeń użyto ergografu z podziałką milimetrową, dzięki której moż-

na było rękę, względnie pracujący palec ustawić zawsze jednakowo. Wykonywana praca była dwojakiego rodzaju: 1) statyczna, polegająca na utrzymaniu ciężarka, wagi od 5—10 kg, na pewnej wysokości i 2) dynamiczna, polegająca na podnoszeniu i opuszczaniu ciężarka w pewnym określonym rytmie. Podczas przerw w pracy badany wykonywał ruchy zginania i rozginania palcem, lub ręką poprzednio pracującą, względnie palcem, lub ręką nie biorącą udziału w pracy. Dla wykazania, w jakim stopniu bierze w badanem zjawisku udział centralny układ nerwowy, czy też czynniki obwodowe, wykonano jeszcze doświadczenie, podczas którego mięśnie zginające rękę drażniono prądem indukcyjnym. W ten sposób wykonana praca statyczna była niezależną od centralnego układu nerwowego, od woli badanego. Ruchy, wykonywane ręką podczas czynnego odpoczynku, były albo wywołane drażnieniem mięśni, zapomocą prądu, albo też zależne od woli osoby badanej.

Przeprowadzono wreszcie doświadczenia, w których podniety skierowano nie do motorycznej, lecz do czuciowej sfery centralnego układu nerwowego. Podczas biernej pauzy wypoczynkowej, po pracy statycznej, zależnej od woli badanego, podawano mu do wypicia lekko kwaśną wodę. Informowano go przytem, że wypicie tego płynu podnosi wydajność pracy. W innych doświadczeniach osoba badana przyjmowała obojętny płyn, rzekomo obniżający wydajność pracy.

Wyniki uzyskane z powyższych doświadczeń były następujące:

1) Czynny wypoczynek, po poprzedniej pracy statycznej, powodował wzrost krzywej wydajności pracy. Osiągnięto dzięki rytmicznym ruchom pracującej, wzgl. nie pracującej ręki, lub palca.

2) Po pracy statycznej, wykonanej przez mięśnie drażnione prądem indukcyjnym, 20—30 sekundowy aktywny wypoczynek wzmagał wydajność pracy, niezależnie od tego, czy pracująca ręka wykonywała ruchy zależne, lub niezależne od woli.

3) Czynny wypoczynek po uprzedniej pracy dynamicznej (zależnej od woli osoby badanej) również powodował wzrost krzywej wydajności pracy.

4) Po pracy wywołanej prądem, czynny odpoczynek, podczas którego ruchy ręką były również wywołane prądem — nie dał pozytywnych rezultatów — krzywa wydajności pracy nie wzrosła. Pozytywny efekt dały ruchy zależne od woli podczas wypoczynku (udział centralnego układu nerwowego).

5) Silne, częste ruchy podczas aktywnego wypoczynku, nietylko nie wzmagały wydajności pracy, ale ją często obniżały.

6) Negatywny efekt otrzymano, gdy podczas wypoczynku dano intensywne ćwiczenia. Łatwe ćwiczenia wolne, przeciwnie, dały pozytywne rezultaty.

7) Sugestja — zastosowana przez podanie napoju rzekomo potęgującego, lub obniżającego wydajność pracy — w pierwszym wypadku podniosła, w drugim obniżyła krzywą wydajności pracy. Dotyczyło to pracy nietylko tej, która bezpośrednio po działaniu sugestji nastąpiła, ale i pracy znacznie późniejszej. Autor uważa wyniki powyższego doświadczenia za najmniej jasne i pewne.

8) Wzmożenie wydajności pracy dzięki aktywnemu wypoczynkowi opiera się na wpływie centralnego układu nerwowego.

Rezultaty pracy autora zgadzają się z ostatnio ogłoszonemi w literaturze (Haas, Orbelli, Lindhard, Uchtomsky i in.) wnioskami o istocie zjawisk zahamowania i międzyośrodkowych połączeń w centralnym układzie nerwowym.

M. Sachsówna.

PRZEMIANA MATERJI I ENERGJI

E. HOHWÜ CHRISTENSEN — PRZYCZYNKI DO FIZJOLOGJI INTENSYWNEJ PRACY FIZYCZNEJ. HYPERTERMJA I PRZEMIANA SPOCZYNKOWA.

(Arbphysiol. B. 7. 1933).

Podwyższenie temperatury ciała podczas długotrwałej pracy fizycznej, dochodzące nawet do 39°, jest wyrazem intensywniejszej przemiany materji.

$$\text{Współczynnik pracy pożytecznej} \left(\frac{\text{całk. przem. energji} - \text{przem. spocz.}}{\text{praca techniczna}}\right)$$

w miarę trwania pracy stopniowo się zmniejsza; jest on zależnym nietylko od wzrostu temperatury, lecz i od zwiększonego spalania się tłuszczów. Dowodem intensywnego metabolizmu tłuszczowego jest niski iloraz oddechowy, często spotykany w czasie wyczerpującej pracy fizycznej.

Ażeby wyjaśnić ogólniejsze zagadnienie — wpływu poszczególnych czynników na współczynnik pracy pożytecznej — autor postawił sobie za cel odpowiedzieć w niniejszej pracy na pytanie pomocnicze: o ile podwyższa się przemiana spoczynkowa przy wzroście temperatury ciała o 1°.

Podwyższenie temperatury ciała, uzyskiwane przez ogrzewanie prądem diatermicznym, mierzono zapomocą termoelementów. Całość poszczególnego doświadczenia obejmowała dwukrotne (w odstępie 50′) oznaczenie przemiany spoczynkowej (na czczo, w godz. rannych, met. Krogh'a) oraz określenie przemiany materji w 10′ po przerwaniu godzinnego ogrzewania prądem; jednocześnie mierzono temperaturę ciała (rectum) oraz tętno.

Pomiędzy temperaturą ciała a częstością tętna dał się zauważyć dość ścisły związek, polegający na przyśpieszeniu tętna przy podwyższeniu temperatury i odwrotnie na zwolnieniu przy spadku. Zależności tej podczas pracy fizycznej autor w poprzednich swych badaniach nie stwierdził.

Zużycie O_2 wraz z podwyższeniem temperatury ciała zwiększa się; jako średnią z 23 oznaczeń na 4-ech osobnikach uzyskano wzrost przemiany o 10,8% na 1°.

Według poglądów autora zużycie O_2 zwiększa się głównie (o 8—10%) dzięki podwyższonej ogólnej przemianie, a tylko nieznacznie (o 1—2%) z powodu intensywniejszej pracy serca, narządów oddechowych i gruczołów potowych.

S. Niemierkowa.

BREITMANN M. — UPROSZCZONA METODYKA OBLICZANIA POWIERZCHNI CIAŁA.

(Zeitschrift für Konstitutionslehre. B. 17, 1932).

Autor podaje następujący wzór do obliczania powierzchni ciała:

$$S = 0{,}0087\ (L + P) - 0{,}26,$$

gdzie S oznacza powierzchnię ciała, L — wzrost, zaś P — ciężar ciała.

Autor porównuje następnie liczby obliczone z powyższego wzoru z liczbami otrzymanemi przy pomocy znanego nomogramu Boothby i Sandiford'a i znajduje w 26,2% przypadków całkowitą zgodność, w 21,6% różnica wynosi 0,01; w 20,2% 0,02; w 14,7% różnica wynosi 0,03; w 10,1% — 0,04, zaś w 7,2% od 0,05 do 0,07. Istotnie zatem wzór ten pozwala w najczęstszych przypadkach na bardzo szybkie i proste obliczanie powierzchni ciała z wystarczającą ścisłością.

J. Mydlarski.

ATILIO CANZANELLI i DAVID RAPPORT — SUBSTANCJE POKARMOWE, DOSTARCZAJĄCE ENERGJI DO PRACY MIĘŚNIOWEJ. BIAŁKO, JAKO ŹRÓDŁO ENERGJI.

(Am. J. of Physiol. V. 102. 1932).

W poprzednich badaniach swoich autorowie wykazali, iż węglowodany nie są jedynem źródłem energetycznem dla pracy mięśniowej. Zależnie od jakości pokarmu energja może być czerpana zarówno z utlenienia węglowodanów, jak i tłuszczów. W pracy niniejszej autorowie zajmują się zagadnieniem zużytkowania białka.

Faktem jest, iż w stanie daleko posuniętego głodu białko bywa jedynem źródłem energetycznem organizmu zarówno w spoczynku, jak i podczas pracy. Nierozwiązanem zatem zagadnieniem jest to tylko, czy może ono być źródłem pracy w organizmie normalnie odżywianym.

Fakty pozornie przemawiają na niekorzyść tego przypuszczenia. O natężeniu metabolizmu białka sądzą głównie z ilości wydalanego z moczem azotu. Ilość ta jednak w czasie pracy organizmu ulega nieznacznym tylko zmianom. Stąd też wielu badaczy wysuwa przypuszczenia, iż organizm pracujący czerpie energję nie z białka, lecz z innych źródeł (węglowodany i tłuszcze).

Autorowie nie zgadzają się z podobnemi poglądami, uważając, iż ilość wydalonego przez organizm azotu nie daje jeszcze dostatecznych danych o wielkości rozpadu białka w organizmie.

Możliwość rozwiązania omawianego zagadnienia autorowie widzą na drodze badania przemiany oddechowej i ustalenia wielkości RQ przypadającego na nadwyżkę przemiany w czasie pracy:

$$\frac{CO_2\ \text{(praca)} - CO_2\ \text{(spoczynek)}}{O_2\ \text{(praca)} - O_2\ \text{(spoczynek)}} = \text{RQ (nadwyżka)}$$

Badania wykonywane były na suce, której przemiana oddechowa oznaczana była metodą Benedict'a - Homansa.

Autorowie przeprowadzali doświadczenia w następujący sposób:

1) Głodząc zwierzę na parę dni przed doświadczeniem, bądź też dając obfity pokarm prawie wyłącznie tłuszczowy, osiągali iloraz oddechowy charakterystyczny dla spalania tłuszczów (0,71), albo też karmiąc węglowodanami, otrzymywali RQ charakterystyczne dla spalania tych ostatnich (1,00).

2) W dniu doświadczenia karmili zwierzę pokarmem białkowym, uzyskując u zwierzęcia spoczywającego RQ typowe dla spalania się białka.

3) Tego samego dnia zwierzę zmuszane było do wykonywania pracy (bieg w deptaku) i badana była przemiana oddechowa spoczynkowa i w czasie pracy. RQ obliczone dla nadwyżki przemiany autorowie porównywali z RQ spoczynkowem i z porównania tego wnioskowali o rodzaju substancyj pokarmowych, które służyły za źródło energji dla pracy wykonywanej.

Wyniki opisywanych doświadczeń, w związku z poprzedniemi pracami autorów, pozwalają im na twierdzenie, iż białko obok węglowodanów i tłuszczów jest normalnem źródłem energji dla pracy mięśniowej.

Wł. Niemierko.

E. HANSEN og P. VINDING — BADANIA PRZEMIANY MATERJI PODCZAS ĆWICZEŃ CIELESNYCH U „NURKÓW GAZOWYCH" STRAŻY OGNIOWEJ W KOPENHADZE.

(Ingeniorvidenskabelige skrifter 1932).

Przeprowadzono dwie serje badań na 6 członkach straży ogniowej w Kopenhadze. W pierwszych doświadczeniach chodziło o zastosowanie aparatu tlenowego Drägera, celem określenia zapotrzebowania tlenu podczas ćwiczeń cielesnych. W drugiej serji badań oznaczono wielkość wydatku energetycznego przy wnoszeniu ciężarów na schody.

Zużycie tlenu przy stosowaniu aparatu Drägera daje się określić przez ważenie butli tlenowej przed i po doświadczeniu. Ponieważ dopływ tlenu w aparacie jest stały i nie może być dozowany, należało stosować ćwiczenia tej intensywności, by zapotrzebowanie tlenu przewyższało ilość automatycznie dopływającą. Dla kontroli określano zużycie tlenu przy pomocy aparatu typu Renaulta. W większości przypadków rezultaty były jednakowe. Celem osiągnięcia równych wyników należało przedewszystkiem dbać o to, by w aparacie tlenowym Drägera ciśnienie nie było zbyt wysokie, ani niskie, w ostatnim bowiem przypadku zachodziłaby ewentualność przenikania powietrza atmosferycznego do aparatu. Autor stwierdza, że pomimo otrzymanych dobrych wyników, aparat Drägera nie nadaje się do określania zapotrzebowania tlenu, gdyż wymaga zbyt dużego współdziałania osobnika badanego.

W drugiej serji badań porównywano ilość tlenu zużytego podczas wnoszenia ciężarów na schody z analogicznemi danemi podczas jazdy na cykloergomierzu. Zużycie tlenu określano metodą Douglas'a. Praca na schodach wynosiła 1200 kgm w 0,85 min., w tem samem tempie i przy tem sa-

mem obciążeniu odbywała się jazda na rowerze. Na zasadzie otrzymanych rezultatów autor stwierdza, że współczynnik pracy pożytecznej podczas jednego i drugiego rodzaju pracy jest jednakowy. Przy badaniu zdolności funkcjonalnych ustroju ludzkiego można więc z równym efektem stosować wnoszenie ciężarów na schody, jak i jazdę na cykloergomierzu.

A. Perlberg.

KLOTSCHKOW i WASSILJEWA — BADANIA WYMIANY GAZOWEJ W CZASIE BIEGÓW NA RÓŻNYCH DYSTANSACH.

(Arbphysiol. B. 7. 1933).

Celem pracy było stwierdzenie zależności pomiędzy szybkością biegu i długością trasy a wymianą gazową.

Doświadczenia przeprowadzono na sportowcach i studentach Inst. Wych. Fiz. podczas biegów 100, 200, 400, 800, 1500, 5000 i 10000 m.

Powietrze wydechowe zbierano do worków Douglas'a; przy biegach od 100—1500 m przez cały czas trwania biegu, przy 5 i 10 km — przez okres odpowiadający ostatnim 100 m każdego km. Badania okresu wypoczynkowego ograniczono do 25'.

Na zasadzie dokonanych doświadczeń autorowie stwierdzili, że krzywe zużycia O_2 różnią się pomiędzy sobą zależnie od rodzaju biegu: dla biegów 100 i 200 m maksymalne zużycie O_2 przypada na 1' wypoczynku, dla 400 m — na sam koniec biegu. Przy biegach długodystansowych autorowie otrzymali dwa typy krzywych, z których jedna charakteryzuje się szybkim wzrostem, po osiągnięciu swego maksimum jeszcze w czasie pracy spada, druga zaś, zbliżona do krzywej Hill'a, wzrasta przez cały okres biegu powoli (nie dochodząc do tak wysokich wartości, jak poprzednia); otrzymywano ją na sportowcach, znajdujących się w bardzo dobrej „formie", którzy przebiegali całą trasę z równomierną szybkością.

U biegaczy, zwalniających bieg pod koniec, zużycie O_2 spadało także. Okres powrotu do normy dla wszystkich biegów (prócz 100 m) wynosił około 22—25'; dług tlenowy był również b. zbliżony (prócz 10000 m) i dochodził do 7,6 — 11,8 l.

Zwiększenie szybkości wpływa na zmniejszenie zużycia O_2, z tego punktu widzenia staje się łatwo zrozumiałym fakt dokonywania sprintów przez wybitnych sportowców bez oddechu.

% stosunek długu tlenowego do całkowitego zużycia O_2 w czasie biegu jest największy (93,8%) przy biegu 100 m, najmniejszy przy długich biegach (12,6%). Objętość oddechową najmniejszą stwierdzono podczas biegu 100 m, maksymalną — podczas 200 m; przy biegach dłuższych objętość oddechowa zmniejsza się stopniowo, nie dochodząc jednak do wartości, odpowiadającej biegowi na 100 m.

Za cel treningu w biegach autorowie uważają przystosowanie ustroju do równomiernego zużycia O_2, które można osiągnąć przez równomierną szybkość w całym okresie biegu. Przeprowadzony zgodnie z powyższemi poglądami trening potwierdził przypuszczenia autorów.

S. Niemierkowa.

M. DMITRENKO, M. OKUN i M. MASTROWAJA — O ODCZYNIE POTU PODCZAS PRACY W CIĘŻKIM PRZEMYŚLE W OKOLICY GORĄCEJ.

(Arbeitsphysiol. B. 6. 1933).

Celem określenia odczynu potu podczas intensywnej pracy fizycznej przeprowadzono 50 doświadczeń na 8 osobnikach, zatrudnionych przy mechanicznych młotach kowalskich w warsztatach.

Całokształt doświadczenia obejmował określenie odczynu potu po pracy, oznaczenie ilości kw. mlekowego i amonjaku w pocie, oraz odczynu moczu. Pot zbierano z okolicy czoła i kręgosłupa watą, którą ważono przed i po doświadczeniu. Celem określenia ilości kw. mlekowego i amonjaku sporządzono ekstrakt wodny z danej waty. Odczyn potu oraz zawartość amonjaku oznaczano metodą kolorymetryczną, kw. mlekowy — metodą Fürth - Charnassa z modyfikacją Lenhartza. Ph moczu określano trzykrotnie, podczas pracy i w odstępach czasu 6—7 godz. po pracy.

Rezultaty badań wykazują, że podczas intensywnej pracy fizycznej pot alkalizuje się i Ph jego leży w granicach 7.8—8, gdy analogiczne dane podczas spoczynku, określone przez Marchionini, wynoszą 4.0—5.5. Zjawisko to jest tem dziwniejsze, że jak stwierdzili Grünbaum, Krawczyński, pot podczas wyczynów sportowych i ciężkiej pracy fizycznej zawiera duże ilości kw. mlekowego. Autorzy na zasadzie rezultatów swych doświadczeń potwierdzają spostrzeżenia wymienionych badaczy; na 3—4 litry potu dziennie znajdowali oni od 2—3 g kw. mlekowego. Zawartość amonjaku jest tak niewielka, że mowy być nie może o zneutralizowaniu tak wielkiej ilości kw. mlekowego. Nie ulega wątpliwości, że kw. mlekowy w pocie zostaje zneutralizowany przez inne alkalja, które organizm w nadmiarze wydziela. Przez stwierdzenie dużych ilości kw. mlekowego w pocie przy jednocześnie występującej reakcji alkalicznej, niewywołanej obecnością śladów amonjaku, ale całym szeregiem innych zasad cennych dla organizmu, autorzy obalają hipotezę, jakoby kw. mlekowy w pocie był mechanizmem regulującym Ph ustroju.

Reasumując wyniki badań, autorzy streszczają je w sposób następujący:

1. Podczas pracy pot posiada odczyn alkaliczny (Ph 7.8—8).
2. Koncentracja kw. mlekowego wzrasta do 200 mg %, zawartość amonjaku jest niska.
3. Analiza moczu wykazuje silne zakwaszenie podczas pracy oraz wzrost ilorazu $\frac{NH_3 - N}{N}$

A. Perlberg.

ODDYCHANIE

MAX TIITSO — PROPRIOCEPTYWNY ODRUCH ODDECHOWY.

(Pflüger's Arch. B. 232. 1933).

W szeregu swych prac wykazał *A. Fleisch*, że muskulatura oddechowa posiada własny, proprioceptywny mechanizm odruchowy. Odruch ten można wywołać zwiększeniem oporów w drogach oddechowych.

Autor wykonał liczne doświadczenia (na jednej coprawda osobie badanej, ale dzięki licznym powtarzaniom prób uzyskał liczny materjał, przeszło tysiąc danych doświadczalnych), stosując zmiany oporów oddechowych. Wyróżnia kilka typów odruchów obserwowanych w swych doświadczeniach w zależności od 1) rodzaju podniety wywołującej i 2) od skutku odruchowego.

A) Podnieta: napięcie muskulatury wydechowej — odruch wydechowy pobudzenia;

B) Podnieta: zwolnienie muskulatury wydechowej — odruch wydechowy hamowania.

C) Podnieta: napięcie musk. wdechowej — odruch wdechowy pobudzenia;

D) Podnieta: zwolnienie musk. wdechowej—odruch wdechowy hamowania.

W przypadkach, gdy ciśnienie w otoczeniu było większe niż normalne, autor stwierdził zwiększenie się odruchów wdechowych (właściwie odruchów wspomagających wdychanie), a zmniejszenie się przeciwnych.

W przypadkach, gdy ciśnienie było mniejsze od normalnego — wzmagały się odruchy ekspiracyjne, a inspiracyjne — zmniejszyły się.

Im większy jest opór, wobec którego odbywa się dany ruch oddechowy, tem bardziej ujawnia się wpływ hamujący odruchu proprioceptywnego danej fazy oddechowej.

Z tego wynika, że w pewnych warunkach aparat proprioceptywny muskulatury oddechowej może posiadać rolę mechanizmu ochronnego, który hamuje nadmierną wielkość ruchów oddechowych.

P. F.

C. HEYMANS, J. J. BOUCKAERT i L. DAUTREBANDE — REGULACJA ODDECHU ZAPOMOCĄ ODRUCHU NACZYNIOWEGO. (WPŁYW CIŚNIENIA KRWI NA ODDECH).

(Pflüger's Arch. B. 230. 1932).

W doświadczeniach autorów, przy jednoczesnem notowaniu ciśnienia krwi zarówno w Circulus Willisii jak i w Art. femoralis i rejestrowaniu oddechu (na psach) zmieniano centralne ciśnienie krwi (zmniejszano lub podwyższano przez zamykanie lub otwieranie światła naczyń: Carotides communes, arteryj odchodzących od Sinus carot. i Arteriae vertebrales). Uzyskano nowe wyniki i nowe dowody na potwierdzenie, że fizjo-patologiczne zmiany ciśnienia krwi w obrębie mózgowego tętniczego krążenia regulują oddech odruchowo zapomocą pól recepcyjnych, wrażliwych na bodźce ciśnienia hydrodynamicznego, umieszczonych w Sinus caroticus. Poprzednio sądzono, że regulacja oddechu w tych przypadkach odbywa się bezpośrednio przez ośrodki.

Wrażliwość Sinus caroticus (na bodźce ciśnienia krwi) jest bardzo wielka; mechanizm odruchowy bardzo czuły, przeciwnie bezpośrednia pobudliwość centrów na zmiany ciśnienia krwi jest bardzo niska.

Wobec tego należy uważać, że fizjologiczna regulacja oddechu przy zmianach ciśnienia krwi odbywa się przedewszystkiem na drodze odruchowej, a nie zapomocą ośrodków.

Autorzy dodatkowo wykazali, że pole recepcyjne Sinus carotici (Ganglion caroticum) jest bardzo wrażliwe na bodźce chemiczne, fizjologiczne i farmakologiczne.

St. Gartkiewicz.

KREW I KRĄŻENIE KRWI

F. W. SCHLUTZ, A. B. HASTINGS i M. MORSE — ZMIANY W NIEKTÓRYCH SKŁADNIKACH KRWI SPOWODOWANE NIEDOŻYWIANIEM I PRACĄ MIĘŚNIOWĄ.

(Am. J. of Physiol. V. 104. 1933).

Celem pracy było wykrycie zmian, zachodzących pod wpływem zmęczenia w przypadku niedożywiania organizmu. Doświadczenia wykonywane były na psach. Jako praca fizyczna służył bieg w deptaku (1 godz. dziennie z szybkością 4—5 mil/godz.) i pływanie w basenie o temperaturze wody 38° C. (30—45 min. dziennie). Badania prowadzono w ciągu 4 tygodni. Krew do analiz pobierana była bezpośrednio przed i po ćwiczeniach, jak również i w określonych odstępach czasu podczas wypoczynku. Badane były następujące własności i składniki krwi: stężenie jonów wodorowych, dwutlenek węgla, kwas mlekowy, fosfór nieorganiczny, cukier i potas.

Stężenie jonów wodorowych pod wpływem pływania obniża się, bieg natomiast tylko nieznacznie zmienia Ph. Zawartość dwuwęglanów po pracy stale spada, ilość zaś kw. mlekowego wzrasta. Cukier we krwi po biegu nie ulega zmianie, pływanie natomiast powoduje wzrost zawartości cukru. Odmiennie wpływają bieg i pływanie na fosforany: bieg powoduje spadek ilości fosforu nieorganicznego, pływanie zaś — wzrost. Przeprowadzone wreszcie oznaczenia potasu nie wykazały zmian charakterystycznych.

Reasumując wyniki badań, autorowie podkreślają następujące ciekawe momenty:

1. Jednym z następstw zmęczenia mięśniowego jest wzrost zakwaszenia krwi. Pływanie jest bardziej wyczerpujące, niż bieg w deptaku. Uwidacznia się to zarówno w większym spadku zawartości dwuwęglanów, jak i w powstawaniu większych ilości kw. mlekowego.

2. U zwierząt niedożywianych opisywane zjawiska występują w większym stopniu, oraz powrót do stanu normalnego wymaga dłuższego okresu czasu.

Wł. Niemierko.

M. J. DUNAJEWSKI i P. M. KAPLAN — O OBRAZIE KRWI PODCZAS PRACY UMYSŁOWEJ.

(Arbphysiol. B. 6. 1933).

Sprawa morfologji krwi po pracy umysłowej była dotychczas przedmiotem bardzo nielicznych badań. Hodberg i Lepskaja stwierdzili po różnego rodzaju pracy umysłowej, (przekłady z języków obcych, gra w szachy,

korekty, czytanie dzieł filozoficznych, praca laboratoryjna) trwającej od 3—6 godz. zwiększoną liczbę białych ciałek krwi (2000—3000), zmniejszenie liczby limfocytów, eozynofilów, oraz znaczne przesunięcie leukocytów neutrofilnych wlewo, do myelocytów i leukocytów o jądrach pałeczkowatych i młodych. Nadto zauważyli liczne formy zdegenerowane leukocytów neutrofilnych. Autorzy mniemali, że jednokierunkowe zmiany, zachodzące we krwi podczas pracy fizycznej jak i umysłowej, są rezultatem pewnej autointoksykacji, wywołanej zmianami w przemianie materji, oraz działaniem produktów rozpadu na system krwiotwórczy.

Pewna rozbieżność dotychczasowych obserwacyj, dotyczących obrazu krwi w spoczynku, z danemi badaczy wyżej wymienionych, staje się punktem wyjściowym dla powtórzenia tych badań przy zastosowaniu identycznych warunków eksperymentalnych.

Badania niniejsze zostały przeprowadzone na 10 osobnikach; lekarzach oraz inych osobach z personelu naukowego. Krew do badania pobierano z opuszki palca pod koniec okresu spoczynkowego, trwającego 10—15 min. w pozycji siedzącej oraz po pracy. Poza analizą morfologiczną krwi, liczono dla kontroli białe i czerwone ciałka. Obraz krwi otrzymywano z rozmazu przez liczenie conajmniej 600 elementów morfotycznych i z grubej kropli metodą Prima.

Na jednym z lekarzy dokonano 4 doświadczeń: podczas dwóch układał tabele naukowe, co wymagało dużej uwagi, w czasie dwóch innych liczył erytrocyty i leukocyty w kamerze. Rezultaty doświadczeń wykazały niezmienioną liczbę leukocytów, oraz nieznaczne zwiększenie leukocytów neutrofilnych kosztem limfocytów. Żadnych zmian w liczbie leukocytów o jądrach pałeczkowatych, oraz żadnych młodych myelocytów i form destrukcyjnych nie zauważono. Identyczny obraz krwi stwierdzono u pozostałych osób badanych. U jednego z osobników, który pracował do zupełnego wyczerpania, układając formułkę przez 3—4 godz., stwierdzono z rozmazu i z grubej kropli krwi, wzrost lekkocytów o 1500—2500. Autorzy zauważyli u danego osobnika skłonność do leukocytozy, nawet w czasie spoczynku przy zachowaniu normalnego obrazu krwi.

Tylko jedna osoba, która pracowała przez 9 godz. do zupełnego wyczerpania, wykazała nieznaczne zmniejszenie liczby leukocytów. Obraz krwi był niezmieniony, lekkie zwiększenie procentowej ilości limfocytów było w związku ze zmniejszeniem ilości leukocytów i monocytów. W przeciwieństwie do rezultatów Hodberga i Lepskiej, autorzy nie stwierdzili żadnych zmian w morfologicznym obrazie krwi po pracy umysłowej. Obecność nie licznych meylocytów u jednej z badanych osób, autorzy przyjmują jako czysty przypadek, który może mieć miejsce nawet w spoczynku, na co zresztą zwrócił uwagę w swoim czasie Schau. Nietylko, że nie zanotowano żadnych zmian, wykraczających poza granice normy, ale nie stwierdzono odchyleń we krwi, które leżą w granicach zmian fizjologicznych. Zgodnie ze swemi spostrzeżeniami autorzy obalają hipotezę jakiejkolwiek autointoksykacji krwi podczas pracy umysłowej.

A. Perlberg.

A. *SCHRETZENMAYR* — O PROCESACH REGULUJĄCYCH KRĄŻENIE W WIELKICH TĘTNICACH PODCZAS PRACY MIĘŚNIOWEJ.

(Pflüger's Arch. B. 232. 1933).

Podczas pracy mięśniowej występuje szereg objawów, mających na celu zwiększenie dowozu krwi do pracującego organu. Naczynia włosowate rozszerzają się lub otwierają (Krogh), zmniejsza się tonus arterjoli (Ganter). Obie te reakcje wywołane są bezpośredniem działaniem produktów zwiększonej przemiany materji podczas pracy na kurczliwe elementy kapilarów i arterjoli.

W związku z reakcjami peryferycznych partyj narządu krążenia należałoby oczekiwać synergistycznych reakcyj wielkich naczyń. Sprawą tą zajął się autor.

Eksperymentował na kotach. Na odsłoniętych arterjach montował swego wynalazku onkometr, pozwalający mierzyć zmiany objętości naczyń krwionośnych na żywych zwierzętach. Mięśnie pobudzał zapomocą induktorium.

Stwierdził czynne rozszerzanie się naczyń, występujące z pewnem opóźnieniem w stosunku do początku drażnienia mięśni i trwające czas jeszcze jakiś po ukończonem pobudzaniu (dopiero po upływie ± 60 sekund naczynie powracało do wyjściowej objętości).

Stopień rozszerzenia naczyń wyraźnie zależał od długotrwałości i siły podniety. Również i działanie następcze było zależne od tych czynników.

Autor wykonał szereg doświadczeń w celu poznania mechanizmu wykrytego przez się objawu. Okazało się, że przecięcie nerwu kulszowego (eksperymentował na a. femoralis) jak również n. udowego, pędzlowanie zewnętrznych ścian naczynia na odcinku powyżej umiejscowienia onkometru stężonym roztworem fenolu nie powodowało zaniku reakcji naczynia. Natomiast pędzlowanie fenolem pnia naczynia poniżej onkometru lub uszkodzenie przydanki (tunica adventitia) niszczy nieodwracalnie zdolność reagowania. Wobec tego autor twierdzi, że produkty przemiany materji, powstające podczas pracy mięśniowej, są bodźcem nietylko dla odcinków krążenia bezpośrednio dostępnym zjawiskom dyfuzji (kapilary i arterjole), ale również dla peryferycznego nerwowego mechanizmu. Pomijając drogi prawdziwych odruchów (rdzeniowych) bodziec wędruje w ścianach naczyń w kierunku przeciwnym prądowi krwi i tam powoduje synergistyczne rozszerzenia.

W tem ujęciu staje się zrozumiałem opóźnianie zaniku reakcji w stosunku do zakończenia pracy mięśniowej: bodziec powodujący dylatację naczynia trwa i działa tak długo, jak długo produkty procesów dysymilacyjnych nie zostaną usunięte z mięśni.

Wyniki swych doświadczeń autor uważa za pierwszy dowód, potwierdzający istnienie mechanizmu powierzchniowo-nerwowego (peripher - nervöse) regulującego krążenie w mięśniach u zwierząt ciepłokrwistych.

St. Gartkiewicz.

UKŁADY REGULACYJNE

E. TH. BRÜCKE, A. AUERSPERG i E. KRANNICH — PRZEKSZTAŁCANIE POBUDLIWOŚCI ODRUCHÓW N. TWARZOWEGO PRZEZ DRAŻNIENIE N. WSPÓŁCZULNEGO I PRZEZ SILNE BODŹCE.

(Pflüger's Arch. B. 231. 1933).

Wpływ drażnienia n. współczulnego na pobudliwość nerwów doprowadzających badano dotychczas tylko na odruchach tylnych kończyn *(Brücke, Krannich)*. Autorzy wykonali niniejszą pracę w poszukiwaniu prostszych stosunków, aby kontynuować swe badania nad wpływem drażnienia n. sympatycznego na pobudliwość odruchową. Wyniki naogół negatywne.

Badali odruchy językowo-szczękowy *(Cardot* i *Laugier)* i uszne *(Sherrington)*.

Drażnienie n. współczulnego nie powoduje zupełnie zmian pobudliwości odruchu szczękowo-językowego (przy drażnieniu języka rozładowaniami kondensorów). Chronaksja nie ulegała zmianom.

Również odruchy uszne (uzyskiwane przez drażnienie środkowego końca n. auriculo-temporalis albo n. auricularis magnus) nie podlegają zmianom pod wpływem drażnienia n. sympatycznego. W jednym tylko przypadku udało się autorom stwierdzić przedłużenie chronaksji n. auricularis magnus pod wpływem drażnienia n. współczulnego.

Stale natomiast ujawniał się wpływ silnych bodźców. Silne podniety stosowane na powierzchnię ucha lub na pień (przedewszystkiem przewiązywania pnia n. auricularis magnus lub auriculo-temporalis) powodują długotrwające zwiększenie pobudliwości odruchów umięśnienia mimicznego.

Na podstawie dotychczasowych badań autorzy nie mogą dać wystarczającej djagnozy, czy omawiane zwiększenie pobudliwości jest spowodowane zmianami w centrach, czy też występują zmiany w obwodowych nerwach czuciowych.

Pobudliwość poszczególnych włókien pnia n. auricularis jest różna. Chronaksja mierzona waha się pomiędzy 0,04 i 5 tys. sek.

P. F.

A. W. KIBJAKOW — HUMORALNE PRZENOSZENIE POBUDZENIA Z JEDNEGO NEURONU NA DRUGI.

(Pflüger's Arch. B. 232. 1933).

Langley był pierwszym, który wypowiedział pogląd o możliwości przenoszenia pobudzenia nerwowego zapomocą mechanizmu humoralnego. Potwierdzenie tego przypuszczena dostarczyły prace H. Dale i J. Gaddum; drażnienie włókien dośrodkowych dawało rozszerzenie naczyń krwionośnych i kontraktury mięśni odnerwionych — objawy podobne do uzyskanych przez wprowadzenie do ustroju acetylcholiny. Wobec czego autorzy ci wnioskowali, że objawy rozszerzenia naczyń przy pobudzaniu włókien czuciowych i gałązek parasympatycznych w kierunku odwrotnym do przewodzenia (anty-

dromalnie) są wynikiem wytwarzania się acetylcholiny na obwodzie. Kibjakow w poprzedniej swej pracy udowodnił fakt istnienia humoralnego przenoszenia pobudzenia nerwowego w ten sposób, iż stwierdził zjawienie się ciał czynnych, powodujących rozszerzenie naczyń, we krwi kończyny podczas drażnienia tylnych korzonków. Dawno już Loewi wykrył humoralne przenoszenie działania nerwów sercowych (n. błędny i współczulny). Pod wpływem prac Loewi'ego zapoczątkowane badania dały szereg nowych faktów. Finkleman stwierdził humoralne przenoszenie dla nerwów hamujących przewodu pokarmowego, a J. P. Rasenkow i A. N. Pawłowa dla nerwów wydzielniczych żołądka. A. F. Samojłow na podstawie swych badań nad współczynnikiem cieplnym doszedł do twierdzenia, że pobudzenie z nerwu ruchowego na mięsień prążkowany przenosi się humoralnie. Dotychczas w tej sferze badań brak danych, odnoszących się do ośrodkowego układu nerwowego. Aby wypełnić lukę, autor wykonał szereg doświadczeń; wybrał jako ośrodek górny szyjny zwój współczulny, a jako efektor ruch trzeciej powieki u kota. Według Langleya w górnym węźle współczulnym jest synapsa włókien inerwujących ruch trzeciej powieki.

Metoda pracy polegała na tem, że w górnym węźle szyjnym współczulnym wytwarzał izolowane krążenie, przepuszczając płyn Ringer-Locke'a, nasycony tlenem i ogrzany. Pobierał próbki krwi wypływającej. Brał frakcje „normalne", t. j. przed drażnieniem nerwu współczulnego i frakcje po drażnieniu poniżej węzła (pobudzanie zapomocą cewki indukcyjnej, zwykle trzykrotnie po trzy minuty z dwuminutowemi pauzami pomiędzy poszczególnemi etapami drażnienia). Pobrane frakcje płynu zapomocą strzykawki wprowadzał przez naczynia do tegostronnego lub przeciwstronnego węzła. Prócz tego przed właściwym eksperymentem sprawdzał zdolność ruchową trzeciej powieki zapomocą drażnienia nerwu cewką indykcyjną. Ruch powieki notował graficznie. Okazało się, zgodnie z przewidywaniami autora, że efekty ruchowe można było uzyskiwać przez wprowadzenie do węzła cieczy, pochodzącej z okresu drażnienia węzła. Kontrolne, t. j. pochodzące z okresów przed drażnieniem, wprowadzania cieczy nie dawały zupełnie efektów.

Różnica w efektach ruchowych pomiędzy drażnieniem elektrycznością a drażnieniem zapomocą ciała czynnego w wyciągu, powstającego podczas drażnienia węzła polegała na tem, że ruch powieki w drugim przypadku był nieco mniejszy i powolniejszy. Według Sherringtona swoistą właściwością synaps centralnego układu nerwonego jest zwiększanie pobudliwości (ułatwienie przewodzenia pobudzenia) pod wpływem bodźców podprogowych. Autor wykonał szereg prób i przekonał się, że wprowadzenie ciała czynnego do węzła daje taki sam efekt, jak i drażnienie, t. j. w obu przypadkach występuje ułatwienie przewodzenia, inaczej mówiąc obniża się próg pobudliwości przy stosowaniu bodźców poniżej węzła.

W kilku doświadczeniach autor ekstyrpował całkowicie nadnercza, aby uniknąć zarzutu, że efekty opisywane przez niego pochodzą z ubocznego drażnienia nadnerczy. Ta serja nie różniła się niczem od pozostałych. Przy drażnieniu pozazwojowych włókien nie powstają w węźle ciała czynne, jak się autor o tem przekonał na drodze eksperymentu. W kontrolnem doświadczeniu doprowadzono do degeneracji włókna przedzwojowe (przecięcie le-

wego nerwu współczulnego na dwa tygodnie przed właściwem doświadczeniem). W doświadczeniu zwykłym sposobem uzyskano ciała czynne z prawego węzła i wprowadzono do węzła, który posiadał tylko włókna pozazwojowe. Efekt ruchowy wystąpił pomimo stwierdzonej degeneracji (zapomocą drażnienia prądem elektrycznym nerwu poniżej węzła).

Rezultaty swych doświadczeń autor uogólnia w końcowych wnioskach:

1) W układzie nerwowym współczulnym przenoszenie pobudzenia z jednego neuronu na drugi odbywa się przy współudziale substancji chemicznej.

2) Udział czynnika chemicznego w procesie przenoszenia pobudzenia z jednej komórki na inną w innych częściach układu centralnego jest prawdopodobny ale niedostępny dla badań eksperymentalnych.

3) Autor wierzy, że właściwości funkcjonalne synapsy układu ośrodkowego nerwonego znajdą całkowite i wyczerpujące wyjaśnienie i ujęcie przy założeniu humoralnego przenoszenia pobudzenia z neuronu do neuronu.

St. Gartkiewicz.

K. WACHHOLDEF i V. MORGENSTERN — WPŁYW CIAŁ CZYNNYCH KORY NADNERCZY I ADRENALINY NA CZYNNOŚCI MIĘŚNI ŻAB NORMALNYCH I ŻAB POZBAWIONYCH NADNERCZY.

(Pflüger's Arch. B. 232. 1933).

Zagadnienie wpływu nadnerczy na czynności mięśni szkieletowych oddawna jest tematem licznych prac doświadczalnych. Klinika wyosobniła objawy adynamji w chorobie Addisona i związała je z niedomogą nadnerczy. Szereg prac doświadczalnych nad skutkami ekstyrpacji nadnerczy zgodnie wykazuje silnie zwiększoną znużalność zwierząt operowanych. Przez długi czas objawy zwiększonej znużalności i adynamji kojarzono z brakiem adrenaliny. Dopiero w ostatnich czasach zwrócono baczniejszą uwagę na znaczenie kory nadnerczy. Pierwszy bodaj Kühl zauważył, że objawy zwiększonej znużalności po usunięciu nadnerczy (u świnek morskich) można zlikwidować przez wyciągi z kory nadnerczy. Obserwacja ta przez prace Hartmanna, Franka, Brownella i Lockwooda została potwierdzona. Nasuwa się nowe zagadnienie: czy u normalnych zwierząt stosowanie wyciągów z kory nadnerczy może zwiększyć wydolność mięśniową? W tym kierunku poszły badania Kühna, Eagle'a, Brittona i Kline'a. Pierwszy z nich miał negatywne wyniki, inni zaś, stosując wyciągi według metody (zmodyfikowanej) Swingle - Pfiffnera, uzyskali efekty pozytywne. Autorzy niniejszej pracy zajęli się zbadaniem wpływu preparatów z kory nadnerczy; porównywali działanie eucortonu i preparatów przygotowanych według Schmitz'a i Kühnau'a (Biochem. Zeits. 159 — 1933). Stosowali porównawczo na mięśniach normalnych żab i na mięśniach żab pozbawionych nadnerczy. Okazało się, że hormon kory nadnerczy B (Schmitz i Kühnau) w koncentracji 0,02 — 0,2 mg. % stosowany bezpośrednio na mięśnie powoduje zmniejszenie znużalności. Mięśnie osobników, pozbawionych nadnerczy, są bardziej odporne na szkodliwe działanie wyciągów, a zarazem bardziej podatne na

pozytywne działanie tychże. Koncentracja hormonu B 1 mg. % jest już szkodliwa dla mięśni normalnych żab, zaś dla żab pozbawionych nadnerczy szkodliwość preparatu rozpoczyna się dopiero od koncentracji 5 mg. %. Wpływ hormonu B zaznacza się także przy acetylcholinowych kontrakturach: silne koncentracje uniemożliwiają, a słabe polepszają tylko w słabszym stopniu niż hormon B.

Eucorton nie wywiera zupełnie wpływu na mięśnie normalnych żab, zaś na mięśnie żab, pozbawionych nadnerczy, niekiedy powoduje zmniejszenie znużalności (stosowano rozcieńczenie 1:25). Adrenalina — w tych samych warunkach doświadczalnych — w rozcieńczeniu 1:500000 — daje nieznaczne polepszenie dyspozycyj skurczowych; słabsze i silniejsze koncentracje adrenaliny działają szkodliwie, bo przyśpieszają znużenie. W stosunku do adrenaliny niema różnicy pomiędzy mięśniami normalnych żab i pozbawionych nadnerczy.

St. G.

ANTROPOLOGJA I KONSTYTUCJONALIZM

UFLAND J. M. — WPŁYW WIEKU, PŁCI, KONSTYTUCJI I ZAWODU NA SIŁĘ RÓŻNYCH GRUP MIĘŚNIOWYCH. I DONIESIENIE. O WPŁYWIE WIEKU NA SIŁĘ MIĘŚNI.

(Arbphysiol. B. 6. 1933).

Autor na podstawie badań 4060 robotników stwierdza, że siła różnych grup mięśniowych (zginanie dłoni, mięśnie ramienia i przedramienia, mięśnie grzbietowe, mięśnie klatki piersiowej) wzrasta aż do wieku 20—29 lat. poczem następuje spadek. Krzywe zmian siły mięśni z wiekiem są różne dla różnych grup mięśniowych, ulegają jednak zmianom w zależności od zawodu i typu konstytucyjnego badanych. Natomiast eliminowanie wpływu czasu wykonywania zawodu przez robotników nie wpływa zasadniczo na przebieg krzywej. Ciekawem jest stwierdzenie, że typ trawienny (digestivus) osiąga w przeciwieństwie do innych typów najwyższe wartości siły mięśniowej dopiero między 30—39 rokiem życia, a dla mięśni ramienia i mięśni grzbietowych dopiero między 40—49 rokiem życia.

J. Mydlarski.

GESSELEVIĆ A. M. — KORELACJA MIĘDZY TYPAMI BUDOWY CIAŁA I GRUPAMI KRWI I GRAFICZNE PRZEDSTAWIENIE.

(Zeitschrift für Konstitutionslehre. B. 17. 1932).

Autor stwierdza tak na własnym materjale, obejmującym 798 spostrzeżeń, jak i na materjale Smirnowa i Černjaewa, obejmującym 705 spostrzeżeń, istnienie związku między budową ciała a grupą krwi. Grupa O (*r*) łączy się z tęgą budową ciała ujętą wskaźnikiem Pignet'a, natomiast grupa

A i B (*p* i *q*) łączy się z asteniczną budową. Spostrzeżenia te należałoby skontrolować przy uwzględnieniu wieku, zawodu i typu rasowego.

J. Mydlarski.

BAUER J. i BAUER-JOKL M.: BIBLJOGRAFJA Z DZIEDZINY NAUKI O KONSTYTUCJI W ROKU 1928.
BAUER J. i BAUER-JOKL M.: BIBLJOGRAFJA Z DZIEDZINY NAUKI O KONSTYTUCJI W ROKU 1929.

(Zeitschr. f. Konstitutionslehre. B. 17. 1933).

Autorzy podają bardzo wyczerpującą bibljografję konstytucjonalizmu, podzieloną na następujące grupy: I. Ogólna patologja konstytucjonalna, IIa. Choroby zakaźne, IIb. Zewnętrzne chemiczne i fizykalne przyczyny schorzeń, IIc. Neoplasmy, III. Gruczoły dokrewne, IV. System nerwowy i organy zmysłów, Va. Krew, Vb. Przemiana materji, VI. Kościec, VII. Narządy krążenia. VIII. Narząd oddechowy. IX. Narząd trawienia. X. Organy wydzielnicze. XI. Organy płciowe. XII. Skóra.

I. M.

DEGA W.: ASYMETRJA W BUDOWIE MIEDNICY, KOŚCI UDOWYCH I STAWÓW BIODROWYCH PŁODÓW LUDZKICH.

(Przegląd antropologiczny. Tom VII. 1933).

Autor na podstawie pomiarów 200 płodów męskich i żeńskich stwierdza, że asymetrja w budowie miednicy i uda płodów ludzkich jest zjawiskiem częstem, niezależnem od wieku płodu i płci. Pomiary prawostronne zdają się być częściej, choć nie z reguły, większe niż lewostronne. Stwierdzona przez autora asymetrja ulega prawdopodobnie zmianom w miarę rośnięcia płodu.

I. M.

CZAPLEWSKI A. — TYPY MORFOLOGICZNE CHŁOPCÓW POZNAŃSKICH OD 11 DO 14-GO ROKU WŁĄCZNIE.

(Przegląd antropologiczny. Tom VII. 1933).

Autor podaje średnie arytmetyczne, wieloboki liczebności i średnie odchylenia następujących cech: wzrost, wskaźnik głowy, wskaźnik twarzowy morfologiczny, wskaźnik nosowy, oraz barwę skóry, oczu i włosów, kształt włosów i kształt nosa dla chłopców w wieku lat 11—14 z Poznania. W zakończeniu autor wyodrębnia aż 15 typów, nie nawiązując ich zupełnie do struktury rasowej.

I. M.